

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

Přírodovědecká fakulta

Katedra aplikované geoinformatiky a kartografie

Studijní program: Geografie (bakalářské studium)

Studijní obor: Geografie - kartografie



Ondřej BRABEC

GEOINFORMAČNÍ SYSTÉM CHKO BRDY

GEOINFORMATION SYSTEM IN THE PROTECTED LANDSCAPE AREA BRDY

Bakalářská práce

Vedoucí práce: RNDr. Přemysl Štych, Ph.D.

Praha 2018

Vysoká škola: Univerzita Karlova v Praze

Fakulta: Přírodovědecká

Katedra: Aplikované geoinformatiky a kartografie

Školní rok: 2017/2018

Zadání bakalářské práce

pro Ondřeje Brabce

obor Geografie a kartografie

Název tématu: Geoinformační systém CHKO Brdy

Zásady pro vypracování

Cílem této práce je návrh a tvorba geoinformačního systému nově vzniklé CHKO Brdy. Aplikační část práce má za úkol zpracování a mapovou prezentaci relevantních prostorových dat CHKO Brdy. Geoinformační systém se bude vytvářet pomocí moderních GIS technologií ESRI: ArcGIS Pro a ArcGIS Online. Geoinformační systém bude informovat o stavu a změnách krajiny a přírodních podmínkách řešené oblasti. V diskusní části bude zhodnocena použitá technologie a data. Obsah a vývoj systému bude konzultován s pracovníky agentury AOPK. Zpracovaná data budou prezentována pomocí mapové služby v ArcGIS Online.

Rozsah grafických prací: cca 10 stran

Rozsah průvodní zprávy: cca 30 – 50 stran

Seznam odborné literatury:

ČÁKA, J. (1998): Střední Brdy – krajina neznámá. Finidr, Praha.

GUTH, J., KUČERA, T. (1997): Monitorování změn krajinného pokryvu s využitím DPZ a GIS. Příroda, 10, 107–124.

KOLÁŘ, J. (2008): Digitální zpracování obrazových dat. Czech Space Office, Praha.

VINK, A. P. A. (1983): Landscape ecology and land use. Longman. London.

Vedoucí bakalářské práce: RNDr. Přemysl Štych, Ph.D.

Datum zadání bakalářské práce: 11. 12. 2017

Termín odevzdání bakalářské práce: 31. 7. 2018

Platnost tohoto zadání je po dobu jednoho akademického roku.

.....

Vedoucí bakalářské práce

.....

Vedoucí katedry

V Praze dne 30/1/2018

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze dne 30. 7. 2018

.....

podpis

Poděkování

Rád bych poděkoval RNDr. Přemyslu Štychovi, Ph.D. za cenné rady, věcné připomínky a vstřícnost při konzultacích a vypracování bakalářské práce. Mé poděkování patří též panu Karlu Urbanovi z Agentury ochrany přírody a krajiny za spolupráci a poskytnutí dat pro výzkumnou část práce. V neposlední řadě patří velký dík mé rodině za podporu během celého studia.

Geoinformační systém CHKO Brdy

Abstrakt

Tato práce se zabývá tvorbou geoinformačního systému pro část nově vzniklého území CHKO Brdy. Hlavní náplní práce byla tvorba webových map v prostředí programu ArcGIS Online, který by znázorňoval dnešní Chráněnou krajinnou oblast, dřívější vojenský újezd Brdy a zároveň by porovnával a charakterizoval vývoj krajiny, respektive land coveru v této oblasti. Cílem práce bylo zároveň popsat propojení moderních softwarů - ArcGIS Pro s ArcGIS Online. K práci bylo využito několika datových zdrojů, jako například archivní letecké snímky, současná ortofota či mapy stabilního katastru. Za pomoci těchto dat a specializovaného softwaru byly vytvořeny rastrové a také vektorové vrstvy zvoleného území. Výsledkem práce jsou webové mapy, která v několika vrstvách poskytují fyzickogeografické informace o zvolené oblasti a současně v tomto území popisují krajiny.

Klíčová slova: geoinformační systém, krajina, land cover, ArcGIS Pro, ArcGIS Online

Geoinformation system in the protected landscape area Brdy

Abstract

This work deals with the creation of a geoinformation system for part of the newly established protected landscape area Brdy. The object of the work was the creation of web maps in the ArcGIS Online, which would depict today's PLA Brdy (former military area) and at the same time compare the development of the landscape or land cover in this area. The aim of this study was also to describe the connection of two modern software - ArcGIS Pro with ArcGIS Online. The work used many available data sources, such as historical aerial photographs, current orthophotos or maps of the stable cadastre. These data and specialized software were used to create raster and vector layers of the selected territory. The result of the work is a web maps that provides information on the selected area in several layers and also describes the development of the landscape.

Keywords: geoinformation system, landscape, land cover, ArcGIS Pro, ArcGIS Online

Obsah

Seznam použitých zkratk	11
Seznam obrázků a tabulek	12
1 Úvod	13
2 Úvod do zkoumané problematiky a literární rešerše	15
2.1. Geografické informační systémy	15
2.2. Krajina a chráněná krajinná oblast	16
2.3. Definice a rozdíl pojmů land use a land cover	17
2.4. Geometrické transformace (korekce)	18
3 Základní popis modelového území a podkladových dat	21
3.1. Vymezení území a název Brdy	21
3.2. Vznik dělostřelecké střelnice a VÚ Brdy	22
3.3. Podkladová data	24
3.3.1. Archivní letecké snímky a ortofota	24
3.3.2. Stabilní katastr a novodobý katastr nemovitostí	25
3.3.3. CORINE land cover	27
3.3.4. Software ArcGIS	28
4 Data a metodika	30
4.1. Použitá podkladová data	30
4.2. Příprava vstupních dat	31
4.3. Georeferencování dat	32
4.3.1. Georeferencování dat katastru nemovitostí z let 1950 a 2002	32
4.3.2. Georeferencování map stabilního katastru a map kultur	33
4.3.3. Georeferencování leteckých snímků	33
4.4. Vektorizace nad rastrovými podklady	34
4.5. Grafická vizualizace dat	35
4.5.1. Vizualizace v ArcGIS Pro	35

4.5.2.	Vizualizace v ArcGIS Online	36
5	Výsledky práce	38
5.1.	Porovnání vývoje krajinného pokryvu	38
5.1.1.	Vytvořená data o krajinném pokryvu	38
5.1.2.	Data CORINE Land cover	42
5.2.	Webové mapy CHKO Brdy v prostředí ArcGIS Online.....	42
6	Diskuze a závěr.....	44
	Seznam příloh.....	52

Seznam použitých zkratek

<i>2D</i>	Dvourozměrný model
<i>3D</i>	Trojrozměrný model
<i>AOPK ČR</i>	Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky
<i>CENIA</i>	Česká informační agentura životního prostředí
<i>CLC</i>	Corine land cover
<i>CORINE</i>	Coordination of information on the environment
<i>ČÚZK</i>	Český úřad zeměměřičský a katastrální
<i>DMT</i>	Digitální model terénu
<i>EEA</i>	European environment agency
<i>ESRI</i>	Environmental systems research institute
<i>FAO</i>	Food and agriculture organization
<i>GIS</i>	Geoinformační systémy/Geografické informační systémy
<i>CHKO</i>	Chráněná krajinná oblast
<i>INSPIRE</i>	Infrastruktura pro prostorové informace v Evropě
<i>KN</i>	Katastr nemovitostí
<i>LIDAR</i>	Light detection and ranging (metoda dálkového měření vzdálenosti)
<i>VÚGTK</i>	Výzkumný ústav geodetický, topografický a kartografický
<i>PP</i>	Přírodní památka
<i>PR</i>	Přírodní rezervace
<i>RMS</i>	Root Mean Square (střední kvadratická chyba)
<i>SGI</i>	Soubor geodetických informací v katastru nemovitostí
<i>SPI</i>	Soubor popisných informací v katastru nemovitostí
<i>SM 5</i>	Státní mapa v měřítku 1:5 000
<i>S-JTSK</i>	Systém jednotné trigonometrické sítě katastrální
<i>VVP</i>	Vojenský výcvikový prostor
<i>VÚ</i>	Vojenský újezd
<i>ZABAGED</i>	Základní báze geografických dat

Seznam obrázků a tabulek

Obr. 1: Území dělostřelecké střelnice v Brdech v roce 1927 (1998).....	22
Obr. 2: Ukázka legendy povinných císařských otisků map stabilního katastru	26
Obr. 3: Letecký snímek VVP z roku 1978 a mapa kultur z let 1837 - 1844	30
Tab. 1: Srovnání základních dat o jednotlivých CORINE land cover	28
Tab. 2: Rozloha bývalých dopadových ploch VÚ Brdy	38
Tab. 3: Množství a typy land coveru na území dopadových ploch v roce 1839	39
Tab. 4: Množství a typy land coveru na území dopadových ploch v roce 1952	39
Tab. 5: Množství a typy land coveru na území dopadových ploch v roce 1978	40
Tab. 6: Množství a typy land coveru na území dopadových ploch v roce 2002	41
Tab. 7: Množství a typy land coveru na území dopadových ploch v roce 2018	41

1 Úvod

Ať už se lidská společnost vyvíjela kterýmkoliv způsobem, vždy svými činy méně či více zasahovala do okolního dění přírody a ovlivňovala krajinu a její vývoj. Tyto proměny a vlivy způsobené nejen člověkem, ale i přírodními procesy, byly od nepaměti centrem zájmu odborníků a různých studií. S vývojem moderních technologií se stalo porovnávání historické podoby krajiny s tou současnou jednodušší a zároveň i díky novým postupům a možnostem také komplexnější.

Hlavním tématem této bakalářské práce bylo zvoleno hodnocení dlouhodobých změn využití krajiny a její charakteristiky v dřívějším vojenském újezdu Brdy (dnešní Chráněné krajinné oblasti), s následnou tvorbou geoinformačního systému, který by přinesl ucelený přehled o přírodním charakteru zvoleného území. Součástí práce, při tvorbě webových map pro GIS, měl být poté i průzkum funkcionality jednoho z nejnovějších softwarů společnosti ESRI (ArcGIS Pro) a jeho možnosti propojení s programem ArcGIS Online, ve kterém měly být publikovány ony výsledné mapové výstupy. Po konzultaci s Agenturou ochrany přírody a krajiny České republiky, která pro tuto práci poskytla data ze svých zdrojů, se zároveň dílčím cílem a také požadavkem agentury stalo zaměření na vývoj krajinného pokryvu přímo na třech dělostřeleckých dopadových plochách (Brda, Jordán, Tok), které se nacházejí v severovýchodní oblasti dnešní chráněné krajinné oblasti. Prvním cílem této práce tedy bylo vytvořit přehled o vývoji a charakteristice krajiny (krajinného pokryvu) na území vojenského újezdu a dopadových ploch, který by byl publikován pomocí webových map v prostředí softwaru ArcGIS Online. Druhým cílem pak průzkum prostředí v ArcGIS Pro a jeho propojení s programem ArcGIS Online.

Pohoří Brdy bylo již v minulosti velmi ceněnou oblastí, zejména díky svému přírodnímu bohatství a krajině podobající se horským příhraničním oblastem. I z důvodu činnosti armády zůstalo toto území částečně izolováno vůči veřejnosti a jejím vlivům. Avšak naopak můžeme říci, že zdejší krajinu právě svým působením armáda výrazně ovlivnila. Otázkou zůstává, zda kladně či záporně. Zvolené téma bylo vybráno díky mému zájmu o zdejší chráněnou oblast a inspirací byl i můj zájem o historii vojenských prostorů a podobných oblastí. Jedná se o území, které je sice velmi prozkoumané, ovšem má stále potenciál stát se předmětem zájmu dalších vědeckých studií.

Samotná bakalářská práce je členěná do několika částí. V úvodní kapitole je krátce rozebrána problematika geoinformačních systémů, geometrických transformací dat a jsou

zde také definovány základní termíny, které jsou využity v dalších částech práce. Jedná se například o rozdíl pojmů land use a land cover, význam Chráněné krajinné oblasti v ČR atd. Další část se zabývá základním popisem a krátkou historií modelového území a v neposlední řadě informuje o jednotlivých datech použitých při porovnání krajinného pokryvu. Samotný kontext historických událostí je de facto nezbytný pro pochopení daného vývoje krajinného pokryvu ve vybraném území. Důležitým bodem v této části práce, který nesmí být opomenut, je popis propojení softwaru ArcGIS Pro se softwarem ArcGIS Online. Praktická část práce se v úvodním pasáži věnuje popisu, přípravě a následné úpravě vstupních dat (georeferencování a vektorizace). Poté se zabývá samotnou tvorbou grafických výstupů a jejich vizualizací v programech ArcGIS Pro a ArcGIS Online. V závěru pak informuje o jednotlivých výsledcích vývoje krajiny a pomocí odkazů představuje výsledné mapové výstupy, které jsou uloženy v prostředí programu ArcGIS Online. Pro praktickou část byly využity 3 hlavní programy – ArcMap, ArcGIS Pro a ArcGIS Online.

2 Úvod do zkoumané problematiky a literární rešerše

Jak již napovídá název této bakalářské práce, pojem geografické informační systémy (dále jen GIS) je jedním ze základních pojmů, který je nutné objasnit. V dnešním moderním světě se GIS stal důležitou součástí velkého množství vědních oborů (např. geografie, geologie, biologie a dalších), ale zároveň je často v mnoha zemích využíván i např. státní správou, armádou nebo integrovaným záchranným systémem.

Termín, o kterém je dobré si v úvodu něco říci a definovat jej, je pojem krajina. Ta má sama o sobě složitou podstatu a i z tohoto důvodu na ni nalezneme řadu různých pohledů. S krajinou pak souvisí pojem chráněná krajinná oblast (dále jen CHKO). Důležité je zejména to, jak jsou tyto oblasti zákonem definovány na území České republiky, jelikož stejné typy chráněných přírodních oblastí se nacházejí i v dalších státech (např. v Polsku, Maďarsku, Slovinsku a dalších).

Pro další práci je pro nás taktéž nezbytné vymezení pojmů land use a land cover. Tyto dva rozdílné termíny můžeme najít v článkách, legendách map nebo i v odborných publikacích často zaměněné. Někteří autoři mezi nimi dokonce význam stírají a považují je za termíny shodné. V neposlední řadě je potřeba osvětlit pojmy spojené s úpravou vstupních dat.

2.1. Geografické informační systémy

Samotné informační systémy, které slouží jako nástroj pro využívání informací, se staly významným prvkem v současné společnosti. Kolář (2003) označuje pojem informační systém jako „soubor informačních údajů spojených s nástroji a pravidly, které tyto údaje umožní zpracovávat podle zadané metody“. Pokud jsou tyto informace/údaje lokalizovány (polohově vázány) k určitému místu, které se nachází na povrchu Země nebo v její blízkosti, můžeme říci, že se jedná o geografická data. Informace z těchto dat se poté nazývají informace geografické. GIS je tedy takový informační systém, který pomocí geografických dat a jejich zpracováním umožňuje získat geografické informace (KOLÁŘ, 2003). Těžkostě těžkostí při definování samotného GIS vzniká díky odlišnostem v ohnisku zájmů jednotlivých tvůrců GIS, jelikož existuje několik různých přístupů k samotné problematice systému. Z tohoto důvodu je poměrně těžké jednoznačně GIS definovat (MACHALOVÁ, 2007).

Výzkumný ústav geodetický, topografický a kartografický (dále jen VÚGTK) ve svém terminologickém slovníku GIS popisuje velmi komplexně a relativně složitě. Dle VÚGTK (2018) se jedná „o funkční celek vytvořený integrací technických a programových prostředků, dat, pracovních postupů, obsluhy, uživatelů a organizačního kontextu, zaměřený na sběr, ukládání, správu, analýzu, syntézu a prezentaci prostorových dat pro potřeby popisu, analýzy, modelování a simulace okolního světa s cílem získat nové informace potřebné pro racionální správu a využívání tohoto světa“. Jednodušeji definuje GIS Parker (1989, cit. v ŠTYCH, 2008, s. 7), který říká, že GIS jsou „informační technologie, které ukládají, analyzují a zobrazují prostorové i neprostorové údaje“. Společnost ESRI (2018), která se například zabývá vývojem GIS softwarů, uvádí, že „GIS je organizovaný soubor počítačového hardware, software a geografických údajů navržených pro efektivní získávání, ukládání, upravování, obhospodařování, analyzování a zobrazování všech forem geografických informací“. Aronof (1989, cit. v ŠTYCH, 2008, s. 7) uvádí, že GIS je „jakýkoliv soubor manuálních nebo počítačových procedur používaných k ukládání a manipulaci geograficky definovaných údajů“. Cowen (1988, cit. v ŠTYCH, 2008, s. 7) chápe GIS jako „systém pro podporu rozhodování, který umožňuje integraci prostorově definovaných údajů v prostředí řešených problémů“. V odborné literatuře lze nalézt opravdu velké množství různorodých definic GIS. Souhrnně můžeme říci, že se jedná o informační systém pracující s prostorovými daty, který zároveň spojuje pět základních prvků (data, hardware, lidé, postupy, software).

2.2. Krajina a chráněná krajinná oblast

Jak jsme již zmínili na začátku, lze nalézt velké množství definic krajiny, a to nejen z toho důvodu, že odborníci z různých oborů (geograf, historik, zemědělec) nahlízejí a vnímají krajinu pokaždé trochu jinak. Krajina je složitý systém, který nelze pochopit analýzou jeho jednotlivých částí, ale pouze systémovým a celostním (holistickým) přístupem - zkoumat vazby, procesy a principy. Můžeme říci, že de facto každá z forem hodnocení krajiny vyžaduje vlastní, danému účelu nejlépe vyhovující, definici krajiny (SKLENIČKA, 2003).

V České republice v zákoně o ochraně přírody a krajiny můžeme podle § 3, odst. 1 písm. m) zákona č. 114/1992 Sb. najít definici krajiny jako „část zemského povrchu s charakteristickým reliéfem, která je tvořená souborem funkčně propojených ekosystémů a civilizačních prvků.“ Dle Evropské úmluvy o krajině můžeme krajinu považovat za společný prostor pro život lidí a realizaci širokého spektra jejich zájmů, kde v přesné definici termín znamená část území, tak jak je vnímána lidmi, jejíž charakter je výsledkem činnosti a

vzájemného působení přírodních a/nebo lidských faktorů (MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ, 2000). Další definice, podle soudobého amerického výkladu, označuje krajinu za heterogenní část zemského povrchu, skládající se ze souboru vzájemně se ovlivňujících ekosystémů, který se v dané části povrchu opakuje v podobných formách (GOJDA, 2000). Můžeme říci, že tento pohled definuje krajinu z hlediska krajinné ekologie. Pokud se na krajinu podíváme z ekonomického hlediska, jedná se o výrobní prostor vhodný pro určité hospodářské využití a zároveň o území, které prochází různorodým hospodářským vývojem (SOURIAU, 1994).

I v geografii můžeme krajinu definovat různými pohledy skrze jednotlivé geografické disciplíny. Všeobecně se ovšem dá říci, že geografie chápe krajinu jako komplex vzájemných vztahů mezi přírodou a sociálními aktivitami lidí na lokální až globální úrovni (BIČÍK, KUPKOVÁ, 2006). Pokud se však podíváme na drtivou většinu definic, můžeme konstatovat, že jejich společným znakem, na který poukazují, je polyfunkční charakter krajiny (SKLENÍČKA, 2003).

CHKO je v České republice definována zákonem o ochraně přírody a krajiny. Podle § 25, odst. 1 zákona č. 114/1992 Sb. jsou CHKO „rozsáhlá území s harmonicky utvářenou krajinou, charakteristicky vyvinutým reliéfem, významným podílem přirozených ekosystémů lesních a travních porostů, s hojným zastoupením dřevin, popřípadě s dochovanými památkami historického osídlení“. Celkem se v Česku nachází 26 CHKO o celkové rozloze přibližně 11 375 km². Vyjma CHKO Labské pískovce a CHKO Šumava, které spravují NP České Švýcarsko respektive NP Šumava, se o všechny zbývající CHKO stará Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky (dále jen AOPK). V současné době tedy území CHKO zaujímají přibližně 14,5 % procenta rozlohy Česka.

2.3. Definice a rozdíl pojmů land use a land cover

Termín land use lze do českého jazyka volně přeložit v mnoha podobách: využití půdy, území, země nebo krajiny. Základy tohoto termínu položil britský geograf sir Dudley Stamp, jenž se v první polovině dvacátého století věnoval mapování půdního fondu ve Velké Británii. Samotná definice land use je velmi složitá a i z tohoto důvodu těchto definic existuje velké množství. Podle organizace OSN pro výživu a zemědělství – Food and Agriculture Organization (dále jen FAO) je to souhrn úprav, činností a vstupů, které člověk uskutečňuje v určitém typu land cover (krajinný pokryv) za účelem produkce, změny nebo údržby (FAO, 2000). Land use může například také zahrnovat způsob, kterým je nakládáno s biofyzikálními vlastnostmi země a zároveň záměr, který toto nakládání podmiňuje – účel

využití země (TURNER, B. L., SKOLE, D. L., SANDERSON, S., FISCHER, G., FRESCO, L. O., LEEMANS, R., 1995). Dalším náhledem lze termín vysvětlit jako konkrétní projev lidské aktivity v prostoru a čase, který zahrnuje sociální, kulturní, hospodářský a historický potenciál a je představován jako průnik mezi poznatky člověka, přírodními podmínkami daného území a možnostmi techniky (ŽIGRAI, 1983). Vink (1983) jej ve své publikaci definuje jako „člověkem cílené ovlivňování ekosystémů za účelem uspokojení některých jeho potřeb“. Zároveň lze říci, že se jedná o nejvýhodnější pojem pro geografický výzkum využití ploch pomocí statistických metod (BIČÍK, JELEČEK, 1995).

Oproti pojmu land use, se termín land cover v české literatuře překládá jako krajinný pokryv (GUTH, KUČERA, 1997). Český úřad zeměměřičský a katastrální (dále jen ČÚZK) používá překlad krajinné pokrytí a termín vysvětluje následovně: „Fyzický a biologický pokryv zemského povrchu včetně uměle vytvořených ploch, zemědělských oblastí, lesů, přirozených a částečně přirozených oblastí, mokřadů, vodních těles“ (ČÚZK, 2014). Podobně popisuje land cover i organizace FAO (2000), která termín definuje jako „sledovaný biofyzikální pokryv zemského povrchu“. Avšak stejně jako u land use, můžeme najít celou řadu různých definic. Například Guth a Kučera (1997) říkají, že „land cover je důležitou složkou pro vyjádření základní fyziognomie ekosystémů tvořících krajinnou mozaiku a zároveň vypovídá o základní kvalitě daného území“. V zásadě však můžeme shrnout, že termín představuje umělý či přirozený fyzický materiál (hmotu) na povrchu Země.

2.4. Geometrické transformace (korekce)

Transformace souřadnic je obecně proces, při kterém dochází k přechodu od jedné soustavy souřadnic ke druhé. Aby obraz pořízený například leteckým snímkováním získal požadovaný souřadnicový systém a zvolené kartografické zobrazení, je potřeba odstranit vzniklé geometrické nepřesnosti. Tato lokalizace vzájemné polohy objektů v obraze s polohou objektů ve skutečnosti probíhá pomocí geometrických transformací (FAJT, 2007).

Základním pojmem je tzv. rektifikace, která představuje proces všeobecné transformace poloh všech obrazových prvků jednoho souřadného systému souřadnic do jiného souřadného systému souřadnic (PAVELKA, 1999). Dalším procesem je georeferencování. Tento termín VÚGTK (2018) definuje jako „proces určení vztahu mezi polohou dat v přístrojovém souřadnicovém systému a geografickou, respektive mapovou polohou“. Důležité je určení absolutní polohy alespoň jednoho prvku obrazu. Nejpřesnější metodou geometrických transformací je však ortorektifikace, kde je však zapotřebí

i digitálního modelu terénu (dále jen DMT) (GISAT, 2018). Jedná se o transformaci, která odstraňuje i nepřesnosti vznikající v důsledku relativní změny polohy objektů plynoucí z jejich různé nadmořské výšky (PAVELKA, 1999). Například GISAT (2018) uvádí, že „pro zpracování leteckých snímků by měla být používána výhradně metoda ortorektifikace a pouze ve výjimečných situacích (archivní snímky s chybějícími údaji o parametrech letecké kamery nebo chybějící rámové značky na snímku) by se od ní mělo upouštět“. Pokud není možnost použít postup ortorektifikace s využití DTM, existuje několik dalších druhů geometrických transformací. Více se transformacím a jejich matematickým rovnicím, jejichž výběr je zásadní pro přesné určení nové polohy bodu, věnuje například Pavelka (1998). Mezi jednodušší a nejčastěji používané transformace patří podobnostní nebo polynomická transformace prvního řádu (tzv. afinní), polynomická transformace druhého řádu a vyšších řádů nebo transformace spline (GISAT, 2018).

- a) **Afinní transformace** – jedná se o rovinnou polynomickou transformaci prvního řádu, která potřebuje minimálně tři vlcovací body. Jak uvádí Pavelka (1998) „používá se pro vzájemné zobrazení dvou souřadnicových soustav se dvěma posuny, jedním otočením, jednou deformací úhlu mezi souřadnicovými osami a dvěma měřítkovými faktory“. Terminologický slovník VÚGTK (2018) ji definuje jako „rovinnou transformaci, při které přímky zůstávají přímkami, je zachována jejich rovnoběžnost a také se zachovává dělicí poměr délek i ploch“.
- b) **Polynomické transformace druhého a vyšších řádů** – jsou rovněž založeny na znalosti souřadnic identických bodů, z nichž se stanovují parametry transformace (RAPANT, 2002). Pokud má deformace souřadnicové soustavy transformované mapy, snímku nebo jiného zdroje komplikovanější průběh anebo lokální charakter, je výhodnější použít polynomickou transformaci vyššího řádu. Vyšší řády nepřinášejí podstatnější zvýšení přesnosti, spíše naopak, a proto se v praxi většinou využívají pouze řády druhého a třetího polynomu. U polynomu druhého řádu je zapotřebí znát souřadnice minimálně šesti identických bodů, při použití polynomu třetího řádu pak deseti identických bodů (RAPANT, 2002; FAJT, 2007).

- c) **Transformace spline** – v podání programu ArcGIS se jedná o transformaci využívající metodu rubber sheeting, která je optimalizovaná pro lokální přesnost. Pro použití potřebuje minimálně 10 vlíčovacích bodů. Jednotlivé části polygonů mezi sebou zachovávají spojitost a plynulost. Zároveň je důležité zmínit, že se jedná o nereziduální transformaci, a proto na vlíčovacích bodech nevznikají žádné odchylky (POMYKACZOVÁ, 2007).

U všech výše uvedených metod je pro ztotožnění dvou datových souborů zapotřebí určitý počet vstupních (identických) bodů (tzv. vlíčovací body), které představují u obou souborů stejný prvek v krajině (KOLÁŘ, 2003). Pro každý vstupní bod jsou známy dvě dvojice souřadnic. Tyto souřadnice lze najít jak na snímku (zdrojové), tak je zároveň známa jejich poloha z podkladu (cílové souřadnice) (KOLÁŘ, HALOUNOVÁ, PAVELKA, 1997). Vlíčovací body by měly být rovnoměrně rozloženy po celé ploše transformovaného souboru a zároveň by měly být dobře identifikovatelné/oddělené od ostatních objektů v okolí.

Pro dovršení geometrické transformace je následným nezbytným krokem tzv. převzorkování. Tento krok se provádí z důvodu možné změny rozměru stejného obrazového prvku v původní a nové souřadné soustavě (např. změna velikosti pixelu). Jedná se o transformační proces, kde jednotlivé obrazové prvky přemění své původní hodnoty souřadnicového systému do nové souřadnicové soustavy (KOLÁŘ, 2003). Výběr vhodné metody závisí na charakteru dat a dalším plánovaném postupu, avšak dle Koláře (2008) se převážně využívají tři metody převzorkování:

- a) **Metoda nejbližšího souseda** (nearest neighbour) – hodnota buňky se převezme z nejbližšího souseda. Jedná se o nejjednodušší a nejrychlejší metodu, která je vhodná pro rastrová data diskrétního typu (přesně ohraničené oblasti s buňkami stejného typu).
- b) **Bilineární interpolace** (bilinear interpolation) – vážený průměr (inverzní vzdáleností) čtyř nejbližších buněk, kde výstup může být i lokálně nespojitý.
- c) **Bikubická konvoluce** (cubic convolution) – výpočet ze šestnácti nejbližších buněk. Výstup je spojitý, vyhlazený, avšak méně ostrý. Díky poslední uvedené vlastnosti se využívá u snímků, kde není vyžadována vysoká ostrost a kontrast.

3 Základní popis modelového území a podkladových dat

V následující části bude představeno modelové území, jemuž se věnuje tato práce a současně bude uveden i stručný historický vývoj onoho území. V druhé části jsou představena jednotlivá podkladová data, která sloužila k vypracování této práce.

3.1. Vymezení území a název Brdy

Brdy jsou lesnatá, členitá vrchovina ležící ve střední části Čech nedaleko Příbrami nebo Plzně. Geomorfologicky je můžeme rozdělit na 3 okrsky – Třemošenská vrchovina (nejvyšší a nejrozsáhlejší), Strašická vrchovina (nejmenší a nejnižší, leží na západě pohoří) a Třemšinská vrchovina, která leží v jižní části pohoří (BALATKA, KALVODA, 2006). Nadmořská výška dosahující od 600–830 m n. m. přispívá k vyšším průměrným srážkám, než jaké můžeme zaznamenat v okolí, a vytváří ostrov chladného a vlhkého klimatu horského charakteru. Tyto faktory souběžně přispívají k bohatě vyvinuté hydrologické síti, která je nejen významnou zdrojnicí, ale také zásobárnou kvalitní pitné vody pro okolní silně osídlenou oblast středních Čech (AOPK, 2018).

Svůj název pohoří získalo díky kratším hřebenům, dříve nazývaným brdy (v jednotném čísle „brdo“), které jsou význačným prvkem zdejší krajiny. Jedná se o staroslovanský název (ve starší době pohoří nazýváno též Brda), který je písemně doložen již v roce 1275, kdy se objevil v latinském názvu jednoho ze správních celků tehdejšího Českého království – prouincia Podbridye (KABÁTNÍKOVÁ, 2016). Již v raném středověku se však v písemnostech nachází i jméno druhé – Baštiny, které patřilo jádru Brd až do osmnáctého století. Význam tohoto slova, který označuje divoký, pralesu podobný les, byl zcela příznačný pro střední část pohoří, kde se nacházelo plno močálů a byl zde těžce přístupný terén (ČÁKA, 1998).

V samotné práci je věnována pozornost dvěma velikostním úrovním. První úroveň je celý prostor VÚ Brdy, který v současné době již spadá do CHKO. Tento újezd se před svým zrušením rozprostíral na území o rozloze necelých 260 km². Druhou úrovní, která je zkoumána, je plocha tří bývalých dělostřeleckých dopadových ploch (Brda, Jordán, Tok), které se nacházejí v severovýchodní části dnešní CHKO nedaleko obce Jince či Obecnice. V době zániku VÚ se oblasti dohromady rozprostíraly na území o rozloze necelých 13 km².

Umělecká beseda a i další instituce či sdružení (ČÁKA, 1998). I z důvodu této vypjaté atmosféry navštívil Brdy 5. listopadu 1925 prezident republiky T. G. Masaryk. Promluvil směrem k občanům o politických i ekonomických výhodách dělostřelecké střelnice a pronesl památná slova „K obraně státu nutně potřebujeme vycvičeného vojska a k výcviku nemáme místa vhodnějšího. Krása Brd by nám nebyla nic platná, kdybychom ztratili svobodu.“ (MAKAJ, 2016). Nakonec byly všechny protesty nevyslyšeny a vláda dne 19. února 1926 svým usnesením schválila vznik dělostřelecké střelnice v Brdech (HAJŠMAN, 2015). V nedaleké obci Jince bylo umístěno vojenské velitelství střelnice a zároveň byla pro střelnici levně vykoupěna plocha o rozloze více jak dvacet tisíc hektarů. Po vyznačení třech budoucích dopadových ploch (Baština – dnešní Brda, Tok, Jordán) o celkové rozloze tisíc sto sedmdesát hektarů, které bylo provedeno Vojenským zeměpisným ústavem, se začalo s postupným kácením (HAJŠMAN, 2012).

Další rozšíření doznala střelnice během druhé světové války, kdy jí okupovala německá armáda, avšak největší změny nastaly až po válce. Na konci čtyřicátých let byl usnesením vlády vydán zákon o vojenských újezdech a tím se stalo území střelnice „vojenským újezdem Brdy“. S tímto zákonem začal platit také celoplošný zákaz vstupu na území újezdu a roku 1952 byl újezd opět rozšířen. Vystěhovat se byli nuceni obyvatelé obcí Padrt', Přední a Zadní Zaběhlá, Kolvín, Velcí a Hrachoviště a jejich domy byly srovnány se zemí. Zároveň na začátku padesátých let vzniklo v západní části vojenského Újezdu, nedaleko Strašic, cvičiště Bahna pro výcvik tankistů (ČÁKA, 1998). Všechny tyto aktivity měly za následek výrazný vliv na zdejší krajinu, zejména v oblastech intenzivní činnosti armády.

Až v novodobém tisíciletí začaly probíhat diskuze o zrušení tohoto vojenského újezdu a zároveň začínaly být pro veřejnost zpřístupňovány okrajní oblasti vojenského území. I přes mírné dohady vzešel nakonec k 1. lednu 2016 v platnost zákon č. 15/2015 Sb., o hranicích vojenských újezdů, kterým se vojenský újezd Brdy zrušil (HAJŠMAN, 2015). Společně s tímto ustanovením vláda vyhlásila podle § 25 odst. 3 zákona č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, oblast z převážné většiny bývalého vojenského újezdu a přírodního parku Třemšín za CHKO Brdy (viz příloha 2). Tato oblast o rozloze 345 km², nacházející se na území Středočeského a Plzeňského kraje zároveň zahrnuje pět PR, tři PP a šestnáct evropsky významných lokalit (AOPK, 2018). Armáda si ponechala pouze přibližně 56 km² v severovýchodní části (oblast zahrnující i dopadovou plochu Brda) a specializované zařízení nedaleko soutoku potoka Rezerva a Třítrubeckého potoka (HAJŠMAN, 2015).

3.3. Podkladová data

Při porovnávání mezi současným a historickým krajinným pokryvem a samotnou krajinou, za jejíž změnou stojí částečně i člověk, patří mezi nezanedbatelné podklady ortofota vznikající díky leteckému snímkování. Dalšími velmi významnými podklady pro srovnávání historické krajiny se současnou jsou historické mapy, zejména pak v této práci použitý stabilní katastr, respektive jeho císařské otisky. Pro novodobé porovnání naopak výborně slouží databáze vzniklé na konci dvacátého století, mezi které patří například CORINE Land cover.

3.3.1. Archivní letecké snímky a ortofota

Leteckým snímkem rozumíme analogový obrazový záznam objektů na zemi, který je pořízen skrze letadlový nosič (VÚGTK, 2018). S prvním leteckým snímkováním nad územím tehdejšího Československa se započalo již v polovině třicátých let dvacátého století (STRUHA, 2018). Na dobu svého vzniku můžeme hovořit o velmi kvalitních snímcích, kdy nebyť druhé světové války a historických událostí s ní spojených, bylo by snímky pokryto celé území státu. Po válce (přesněji roku 1946) bylo soustavné celostátní letecké mapování obnoveno a letecké snímky byly vytvářeny a pořizovány ve stále větším rozsahu (PAVELKOVÁ CHMELOVÁ, NETOPIL, 2007). V novodobé éře jednadvacátého století byla každoročně až do roku 2011 snímkována jedna třetina území ČR - poledníková pásma „Západ“, „Střed“ a „Východ“. Změna nastala od roku 2012, kdy se letecké měřické snímkování území ČR a zároveň tvorba ortofota provádí ve dvouletých periodách – každý rok snímkována jedna polovina území ČR. Ortofoto České republiky znázorňuje pravidelně aktualizovanou sadu barevných ortofot v rozměrech a kladu mapových listů Státní mapy 1 : 5 000 (ČÚZK, 2017).

Ortofoto vzniká jako produkt digitální fotogrammetrie = vědní a technický obor o získávání informací o fyzických objektech a prostředí skrz zaznamenávání, měření a interpretaci fotografických snímků a obrazů vzorů elektromagnetického záření a dalších jevů (PAVELKA, 1998). Jednoduše jej lze definovat jako produkt převedený pomocí ortorektifikace z leteckého nebo družicového snímku. Dle terminologického slovníku zeměměřičství a katastru nemovitostí, který zpracovává VÚGTK (2018), je termín ortofoto definován jako „Fotogrammetrický produkt, znázorňující území zobrazované zpravidla na více ortofotosnímcích, který vzniká jejich spojením do bezešvé mozaiky georeferencované do požadovaného referenčního souřadnicového systému.“ Samotný ortofotosnímek bychom

mohli popsat jako fotogrammetrický produkt vytvořený středovým promítáním a ortorektifikací z měřického snímku na základě znalosti výškových poměrů georeliéfu (VÚGTK, 2018). Těmito úpravami se odstraní posuny obrazu, které způsobuje prostorové členění snímaného území a samotné vlastnosti středového promítání.

Při tvorbě a následné práci s ortofoty je častým problémem část území, která je zakrytá například budovami nebo fyzickogeografickými překážkami. Z tohoto důvodu se například pomocí mozaikování vytváří tzv. pravé ortofoto (true orthophoto), kde jsou všechny budovy i terénní překážky v kolmých průmětech (PAVELKA, 2003). Ortofota jsou hlavní podklady pro pozdější tvorbu kartografických děl – ortofotomap, které VÚGTK (2018) definuje jako „mapu zachovávající fotografický obraz území, tvořenou jedním nebo montáží více ortofotosnímků (ortofot) a opatřenou dalšími náležitostmi mapy (měřítkem, vybranými mapovými značkami, souřadnicovou sítí, rámem mapy, popisem mapy atd.)“.

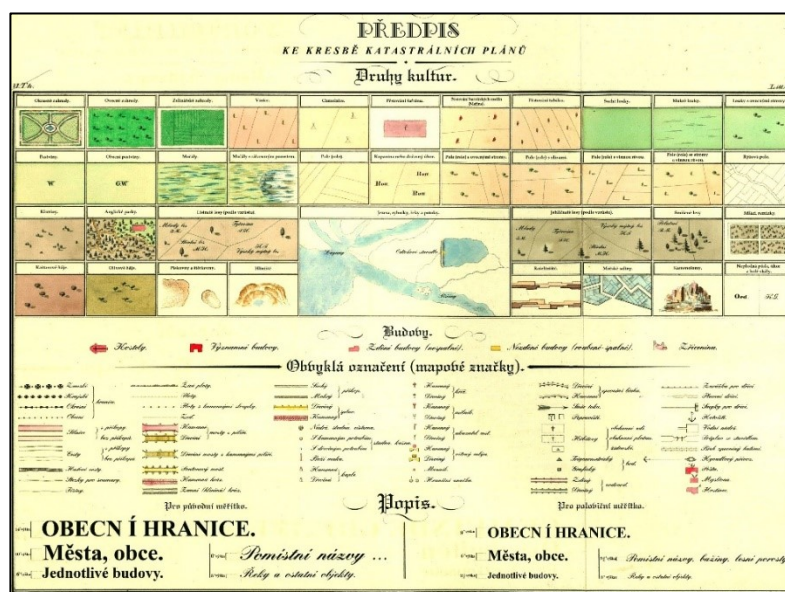
3.3.2. Stabilní katastr a novodobý katastr nemovitostí

Slovo katastr je odvozeno z latiny a významem je blízké slovu soupis (capitastrum = soupis podle hlav, později podle jakékoliv jednotky). Základy dnešního novodobého katastru nemovitostí byly položeny nejvyšším patentem rakouského císaře Františka I. ze dne 23. 12. 1817 o pozemkové dani a vyměření půdy. Jejím základem byl přesný soupis a geodetické vyměření veškeré půdy, tzv. stabilní katastr (ČÚZK, 2018). Hlavním důvodem pro vznik katastru byla potřeba jednoduchého a spravedlivého vyměřování pozemkové daně pro celé území Rakouska-Uherska. Vyměřování stabilního katastru bylo prvním mapováním na území monarchie, které bylo vyhotoveno na přesných geodetických základech. Patent Františka I. zároveň stanovil, že práce spojené s vyhotovením stabilního katastru budou probíhat v jednotlivých zemích Rakouska-Uherska postupně. V Čechách tedy probíhaly mapovací práce dvanáct let (1826–1830, 1837–1843) a na Moravě a ve Slezsku trvaly práce let jedenáct (1824–1830, 1833–1836) (Kostková, Římalová, 2018).

Pro toto mapové dílo bylo zvoleno Cassini-Soldnerovo nekonformní transversální válcové zobrazení a systém pravoúhlých souřadnic s počátky v trigonometrických bodech Gusterberg (pro Čechy) a Svatý Štěpán (pro Moravu). Zvolené základní měřítko zobrazení (1 : 2880) vycházelo z tehdejšího požadavku, aby se jedno dolnorakouské jitro (tj. čtverec o straně 40 sáhů) na mapě zobrazilo jako jeden čtvereční palec (1 sáh = 6 stop, 1 stopa = 12 palců, 40 sáhů x 6 stop x 12 palců = 2880 metrů) (ČÚZK, 2018). Samotné vlastní měření v tomto měřítku probíhalo metodou měřického stolu ze stanovisek určených třemi záměrami (ČADA, 2005). Podrobnému měření předcházelo zjištění, označení a popis hranic katastrální

obce a drážebnostních a pozemkových hranic, které byly vyznačeny a očíslovány v terénu a zakresleny do polního náčrtu (Kostková, Římalová, 2018). Katastrální operát¹ stabilního katastru se dle Kostkové a Římalové (2018) vzhledem k rozsáhlosti a různorodosti prací dělí na:

- Měřický operát** – výsledek geometrického zaměření a zobrazení na mapách veškerých pozemků hospodářsky obdělávaných i jiných. Toto geometrické zaměření probíhalo na předem vytvořené trigonometrické síti. V této době existovaly na území Čech, Moravy a Slezska tři řady sítí triangulačních bodů. Celkem bylo stabilizováno 3067 bodů, kdy některé body číselné triangulace můžeme v terénu nalézt dodnes. Z tohoto měřického operátu byla odvozena i většina platných katastrálních map na území České republiky (ČADA, 2005).
- Písemný operát** – soupis pozemků a jejich vlastníků.
- Vceňovací operát** – rozdělení pozemků podle druhů vzdělávání (kultur) a pěstovaných plodin, jejich zařazení do jakostních (bonitních) tříd, zjištění čistého výnosu z nich a stanovení pozemkové daně.



Obr. 2: Ukázka legendy povinných císařských otisků map stabilního katastru

Zdroj: ČÚZK (2018)

Stabilní katastr představoval jednu z nejdokonalějších evidencí v Evropě. Nejvyšší verze map stabilního katastru, které dodnes patří k nejzachovalejším,

¹ **Katastrální operát** - souborné označení pro dokumentační materiály potřebné pro vedení a obnovu katastru nemovitostí ČR (soubor geodetických informací katastru nemovitostí, soubor popisných informací katastru nemovitostí, souhrnné přehledy o půdním fondu z katastru nemovitostí, dokumentace výsledků šetření a měření pro vedení a obnovu souboru geodetických informací, sbírka listin) (VÚGTK, 2018).

nejvyužívanějším a zároveň nejžádanějším archiváliím ze strany badatelů, patří barevné rastrové kopie tzv. císařské povinné otisky. Jedná se o jeden výtisk stabilního katastru, který byl povinně archivován (ČÚZK, 2010).

Novodobý katastr nemovitostí (dále jen KN) je stále zdrojem informací, které slouží nejen k ochraně práv k nemovitostem a pro daňové a poplatkové účely, ale současně je využíván k ochraně životního prostředí, zemědělského a lesního půdního fondu, nerostného bohatství a kulturních památek. Důležitou funkci KN plní i ve vědecké sféře a při tvorbě dalších informačních systémů. Zároveň integruje do jediného systému funkci bývalé pozemkové knihy a bývalého pozemkového katastru. Jeho katastrální operát je tvořen souborem geodetických informací (SGI – zahrnuje katastrální mapu a ve stanovených katastrálních územích i její číselné vyjádření), souborem popisných informací (SPI – zahrnuje údaje o katastrálním území, o parcelách, o stavbách, o vlastnících a jiných oprávněných a o právních vztazích) a souhrnným přehledem o půdním fondu (ČÚZK, 2018).

3.3.3. CORINE land cover

Program CORINE (z angl. Coordination of information on the environment), který byl spuštěn v roce 1985 na popud orgánů Evropské unie a Evropské agentury pro životní prostředí (dále jen EEA), má za cíl sběr, koordinaci a zajištění kvalitních informací o životním prostředí a přírodních zdrojích, které jsou srovnatelné v rámci Evropského společenství (CENIA, 2017). Díky této iniciativě vzniklo několik projektů, zejména pak program CORINE Land Cover (dále jen CLC). Jedná se o jednotnou databázi zahrnující informace o životním prostředí a hlavně o krajinném pokryvu a jeho změnách v čase pro jednotlivé státy Evropy zařazených do programu (EEA, 1995). Po rozšíření programu roku 1991 pro státy střední a východní Evropy vstoupilo do programu i Česko, potažmo tehdejší Československo.

Vrstva CLC byla poprvé vytvořena pro rok 1990 a další aktualizace probíhaly v referenčních letech 2000, 2006 a 2012. V současné době jsou dokončovány práce na CLC 2018. Jako základní data sloužily pro projekty v jednotlivých letech satelitní snímky od různých družic (viz tab. 1). Díky technickému pokroku a vývoji družic se podařilo zlepšit některé získané parametry (např. geometrická přesnost) a zároveň data rozšířit jako volně dostupná (BÜTTNER, KOSZTRA, 2017). Jelikož CLC databáze je vytvářena jako celoevropská, odpovídá tomu i měřítko 1 : 100 000 s nejmenší mapovací jednotkou pro plošné jevy 25 ha (v měřítku mapy se jedná o čtverec 5 x 5 mm) a minimální šířkou 100 m pro liniové jevy (v měřítku mapy představuje linii širokou 1 mm). Časové řady jsou doplněny

vrstvami změn, které zdůrazňují změny krajinného pokryvu s nejmenší mapovací jednotkou o ploše 5 ha. Jednotlivé změnové vrstvy sice poskytují přesnou informaci o změnách mezi po sobě jdoucími referenčními lety, ale vzhledem k metodice jejich tvorby nelze prostým sečtením odpovídajících hodnot změn dosáhnout výsledku celkové změny za dobu zkoumaného období (CENIA, 2017).

Tab. 1: Srovnání základních dat o jednotlivých CORINE land cover

	CLC 1990	CLC 2000	CLC 2006	CLC 2012	CLC 2018 *
hlavní satelitní data	Landsat 4/5 MMS/TM	Landsat 7 ETM+	SPOT 4 a IRS LISS III	IRS, SPOT 4/5, RapidEye	Sentinel 2 a Landsat 8
časový rámec	1986–1998	2000 ±1 rok	2006 ±1 rok	2011–2012	2017–2018
geometrická přesnost satelitních snímků	≤ 50 m	≤ 25 m	≤ 25 m	≤ 25 m	≤ 10 m (Sentinel 2)
minimální mapovací jednotka/šířka	25 ha/100 m	25 ha/100 m	25 ha/100 m	25 ha/100 m	25 ha/100 m
geometrická přesnost CLC dat	100 m	lepší než 100 m	lepší než 100 m	lepší než 100 m	lepší než 100 m
dobu výroby	13 let	5 let	4 roky	3 roky	±1,5 roku
* pozn. - CLC 2018 dosud nebylo zveřejněno					

Zdroj: CLC (2018); vlastní tvorba

Databáze CLC obsahuje celkem čtyřicet čtyři tříd krajinného pokryvu a využití území. Na území Česka se vyskytuje tříd dvacet devět (CENIA, 2017).

3.3.4. Software ArcGIS

Software ArcGIS spadá do produkce společnosti ESRI a společnost ARCDATA Praha (2018) uvádí, že se jedná o „geografický informační systém určený pro práci s prostorovými daty, který může data nejen vytvářet a spravovat, ale především je dokáže analyzovat, najít v nich nové vztahy a vše přehledně vizualizovat“. Software ArcGIS je sestaven z několika jednotlivých systémů, které jsou mezi sebou více či méně propojeny. V samotné práci byly využité 3 jednotlivé programy – ArcMap (verze 10.3), ArcGIS Pro (verze 2.2.0) a také ArcGIS Online.

ArcMap je aplikace, která slouží pro všechny mapové úlohy včetně kartografie, prostorových analýz a editaci dat. V jeho prostředí lze nalézt velké množství nástrojů, které nám pomáhají s úpravou našich dat (ARCDATA PRAHA, 2018). Modernějším pokračovatelem ArcMap je ArcGIS Pro. ArcGIS Pro je nejnovější profesionální produkt od

společnosti ESRI, který byl na trh přiveden v roce 2017 (ESRI - ArcGIS Desktop, 2018). Jedná se o moderní desktopový GIS založený na 64 bitové architektuře (dokáže pracovat rychleji a s větším objemem dat). Pracovní prostředí programu je přizpůsobeno moderním trendům v uživatelském designu a současně je navržen tak, aby usnadňoval spolupráci více uživatelům najednou. Mezi jeho největší přednosti však patří možnost kteroukoli 2D mapu převést do 3D scény. Není nutné tedy používat speciální aplikace na zobrazení 3D dat. Důležitá je také jeho snazší propojitelnost a lepší kooperace s ArcGIS Online a datovými sadami uloženými v síti (ARCDATA PRAHA, 2018; ESRI - ArcGIS Desktop, 2018).

ArcGIS Online je portál založený na cloudovém rozhraní pro publikaci, prohlížení a sdílení dat, interaktivních map a aplikací v prostředí internetu. Samotný program klade důraz na snadnou a intuitivní obsluhu a také na výhody rozsáhlých kolekcí dat (rastrová data, podkladové mapy a další), které jsou součástí ArcGIS Online (ARCDATA PRAHA, 2018). Současně program dokáže vizualizovat a pracovat s 2D i 3D daty a velmi dobře kooperuje s již zmíněnými programy firmy ESRI (ESRI – ArcGIS Online, 2018).

4 Data a metodika

V této kapitole budou stručně popsána podkladová data využitá pro dosažení cílů a také bude osvětlen postup práce, který vedl k dosažení výsledků.

4.1. Použitá podkladová data

Jako základní zdroje dat posloužila data ve formátu rastrů, avšak nedílnou součástí byla také prostorová data fyzickogeografických podmínek. Tyto datové vrstvy pocházejí z diplomové práce „Atlas svazku obcí údolí Desné“ od pana Petra Tomáška z roku 2004, který čerpal ze zdrojů fyzickogeografických vrstev AOPK. Prostřednictvím pana RNDr. Přemysla Štycha, Ph.D. byla data pro tuto bakalářskou práci zapůjčena s laskavým svolením autora i AOPK. Součástí jsou např. vrstvy vodních toků, vodních ploch či půdního pokryvu pro celé Česko.

Při studii vývoje krajinného pokryvu byly jako nejstarší data použity černobílé letecké snímky převedené na ortofota, která poskytla Česká informační agentura životního prostředí (dále jen CENIA). Původní letecké snímky byly pro území Brd pořízeny v letech 1952 a 1953. Dalšími zkoumanými daty první části se staly letecké snímky vojenského újezdu pořízené na konci sedmdesátých let dvacátého století. Snímky zapůjčila AOPK. Jelikož se v té době jednalo o velmi přísně vojensky chráněný prostor, na několika snímcích je možné pozorovat v té době chráněné informace (bílé mnohoúhelníky – viz obr. 3) zvláště v místech, kde se nacházela armádní technika nebo zástavba. Jako nejnovější data o vybraném území byla použita prohlížečící služba WMS – Ortofoto prostřednictvím odkazu ze stránek ČÚZK.



Obr. 3: Letecký snímek VVP z roku 1978 a mapa kultur z let 1837 - 1844

Zdroj: AOPK, ČÚZK; vlastní tvorba

Jako další podkladová data byla využita část císařských povinných otisků z tří katastrálních území map stabilního katastru (Baština, Malá Víska, Obecnice). Tyto podklady byly zakoupeny na webovém e-shopu ČÚZK. Tento výběr byl zvolen z toho důvodu, že v daných oblastech se v budoucnu nachází VÚ Brdy a zejména pak dělostřelecké dopadové plochy (Brda, Jordán, Tok). Jako doplňková data pro tuto oblast bylo využito map kultur stabilního katastru, který v přibližném měřítku 1:36 000 zachycuje plošný rozsah jednotlivých existujících kultur. Všechna tato data poskytuje ČÚZK v digitální podobě, ve formátu JPEG. Pro porovnání s dobou minulou a získání dostatečných informací o dnešním stavu byla využita data KN České republiky z roku 1950 a z roku 2002, která ze svých zdrojů poskytla AOPK. Tato data zachycují území bývalého VÚ Brdy v měřítku 1:5 000.

Posledními daty pro vývoj krajinného pokryvu byla použita data CORINE. Jedná se o mapy CLC s referenčními roky 1990, 2000, 2006 a 2012. Data jsou po registraci volně dostupná na stránkách národního geoportálu INSPIRE (z angl. Infrastructure for spatial information in Europe), který pro všechny roky poskytuje data ve vektorové podobě v souřadnicovém systému S-JTSK (Systém jednotné trigonometrické sítě katastrální) Křovák East North. Balíček dat také obsahuje databáze změn CLC mezi roky 1990–2000, 2000–2006 a 2006–2012.

4.2. Příprava vstupních dat

Před samotnou úpravou dat v digitálním prostředí bylo nutné provést prvotní kroky pro převod potřebných dat do digitální podoby. Nejprve tedy byla provedena digitalizace mapových podkladů. Jednalo se o data katastru nemovitostí z roku 1950 a 2002 a také o letecké snímky oblasti z padesátých let. Po oskenování potřebných podkladů byla v programu ArcCatalog, který je součástí programu ArcMap, vytvořena souborová databáze (*New – File Geodatabase*). V této geodatabázi byla v průběhu práce ukládána veškerá data. Všechna tato data využívala souřadnicového systému S-JTSK Křovák East North. S tímto souřadnicovým systémem bylo pracováno i v dalším použitém programu – ArcGIS Pro. V neposlední řadě byly při ukládání projektu nastaveny relativní cesty ke zdrojovým souborům (*File – Map Document Properties – Store relative pathnames to data sources*).

Z několika důvodů byla u určitých dat (letecké snímky z roku 1978, císařské otisky map stabilního katastru, mapy kultur stabilního katastru z let 1837 až 1844 a katastr nemovitostí z roku 1952) zvolena pouze ukázka oblasti v CHKO Brdy. Touto ukázkou byla zvolena oblast dopadových ploch bývalého VÚ Brdy, část území současného CHKO Brdy. Prvotním důvodem pro toto rozhodnutí byl samotný požadavek AOPK, která poskytla část

dat, ukázat změnu krajinného pokryvu právě v této oblasti. Druhým důvodem se stala velikost rastrových dat, která je oproti vektorovým datům znatelně rozsáhlejší.

4.3. Georeferencování dat

4.3.1. Georeferencování dat katastru nemovitostí z let 1950 a 2002

Georeferencování map katastru nemovitostí probíhalo pomocí vektorové vrstvy kladu listů Státní mapy 1:5 000 (dále jen SM 5), která využívala souřadnicového systému S-JTSK. Naskenovaná data byla pomocí ArcCatalogu jednotlivě vkládána do programu ArcMap jako rastrové soubory pojmenované podle názvu a čísla mapy (např. Hořovice 3-4) ze soupisu map katastru nemovitostí 1950 a 2002. Toto označení je totožné jako označení jednotlivých dlaždic v SM 5.

Pod vektorovou vrstvu do viditelné oblasti mapového okna byly jednotlivé rastrové soubory přesunuty pomocí příkazu *Fit To Display*, který se nachází v rolovacím menu panelu Georeferencing. Po tomto kroku následuje samotný sběr vlíčovacích bodů. Tento sběr se většinou provádí skrze známá a stálejší místa v krajině — jako jsou silnice nebo výrazné hranice krajinných prvků. U našich rastrových souborů nebylo hledání těchto prvků potřeba, jelikož všechny obdélníkové mapové listy obsahovaly v každém rohu záměrný kříž (pro nás známé souřadnice v rozích kladu listů SM 5). I z tohoto důvodu je následné zkreslení velmi malé a záleží pouze na naší přesnosti v umístění vlíčovacích bodů do středu kříže. Ztotožnění rastrového obrazu s SM 5 tedy proběhlo vložením čtyř vlíčovacích bodů v jednotlivých rozích. Již vložené vlíčovací body můžeme sledovat v tabulce *View Link Table* (viz příloha 3), která se nachází na hlavním panelu nástroje Georeferencing. V této tabulce můžeme také nalézt přesnou polohu bodů na snímcích, které rektifikujeme (pixelové souřadnice) a samozřejmě také přesnou polohu bodů ve zvoleném souřadnicovém systému (systém, do kterého budou snímky rektifikovány - pro nás S-JTSK). Jedněmi z nejdůležitějších informací, které jsou v tabulce ukryty, jsou jednotlivé reziduální chyby pro každý vlíčovací bod (sloupec *Residual*) a výsledná reziduální chyba (*Total RMS Error*).

Nástroj Georeferencing v programu ArcMap nabízí sedm druhů geometrických transformací. Pro georeferencování snímků katastru nemovitostí byla použita základní afinní transformace, která požaduje právě minimálně čtyři vlíčovací body (v ArcMap pod názvem *1st Order Polynomial - Affine*). Výsledná hodnota střední kvadratické chyby (RMS) se u jednotlivých snímků katastru z roku 1952 pohybovala v rozmezí do jednoho metru. U novějších dat katastru z roku 2002 tato chyba vykazovala nižší hodnoty v rozmezí 0,15 až

0,30 metru. K provedení samotné transformace poté slouží další příkaz nacházející se v rolovacím menu nástroje pro georeferencování – *Rectify*. V ArcMapu máme v nabídce tři možnosti interpolačních metod. Pro potřeby naší práce postačil výběr interpolační metody *Nearest Neighbor*.

Všechny převzorkované rastrové snímky bylo následně nutné oříznout a odstranit tak přebytečné digitalizované části mapových listů, které by jinak překrývaly sousední rastrové listy. Tento ořez byl proveden pomocí nástroje *Clip* (pro rastrová data).

4.3.2. Georeferencování map stabilního katastru a map kultur

Při práci na georeferencování map stabilního katastru a později také map kultur posloužily jako podkladový materiál v předchozím kroku upravené mapy katastru nemovitostí. Postup práce probíhal podobně jako u předchozího georeferencování.

Rozdíl oproti úpravě katastrální map byl v hledání vhodných vlíčovacích bodů, které by měly být rozmístěny po celé ploše snímku co nejrovnoměrněji (eliminace většího zkreslení při transformaci). U map stabilního katastru byly pro tyto body zejména z důvodu velkého zalesnění daného území využity lesní cesty nebo například mosty přes vodní toky. Avšak na několika snímcích a v určitých částech území nebylo možné nalézt takto vhodné pozice. U těchto snímků byla část vlíčovacích bodů nastavena tak, aby území po spojení všech snímků správně přiléhalo k sousednímu mapovému listu. Počet vlíčovacích bodů se u jednotlivých snímků pohyboval v rozmezí pěti až osmi bodů, přičemž jako transformační metoda byla opět použita základní afinní transformace. I přes tento nepřilíh ideální postup se výsledná hodnota střední kvadratické chyby pohybovala v rozmezí do 5 metrů. Při převzorkování byla taktéž použita interpolační metoda nejbližšího souseda (*Nearest Neighbor*).

U doplňkových map kultur bylo jako vlíčovacích bodů využito trigonometrických bodů na několika vrcholech. Ovšem výsledná residuální chyba při použití afinní transformace byla oproti předchozím výsledkům značně velká (přibližně 86,5 metru – viz příloha 4). Jelikož se jednalo pouze o doplňková data, byla tato odchylka akceptována a opět jsme mohli provést převzorkování metodou nejbližšího souseda.

4.3.3. Georeferencování leteckých snímků

Poslední transformační úpravou digitalizovaných dat bylo georeferencování archivních leteckých snímků z roku 1978. U leteckých snímků je nejvíce vhodným způsobem geometrické transformace ortorektifikace. Ovšem vzhledem k tomu že k těmto leteckým

snímkům se nepodařilo dohledat kalibrační protokoly, nebylo možné provést přesnou prostorovou lokalizaci snímků včetně eliminace zkreslení vlivem výškového členění terénu. Oblast těchto zpracovávaných snímků pokrývala již zmíněné tři dopadové plochy.

Samotný počátek georeferencování probíhal podobným způsobem jako u předchozích případů. Jako podkladová vrstva pro ztotožnění byla použita data ortorektifikovaných leteckých snímků z roku 1952. Sběr vlíčovacích bodů byl proveden skrze dobře identifikovatelná místa jak ve snímku zdrojovém, tak cílovém (stálé křižovatky cest, plocha letecké přistávací dráhy, budovy). Současně byly body rozmístěny rovnoměrně po celé ploše snímku a ke každému snímku bylo přiřazeno přibližně dvacet bodů (viz příloha 5). Použitou transformační metodou se stala speciální transformace *Spline*, která v prostředí ArcMapu vyžaduje minimálně deset vlíčovacích bodů. Střední kvadratická chyba se u této transformace rovná nule, jelikož *spline* ztotožní polohu původního i cílového bodu. Tedy funkce deformuje snímek tak, aby vlíčovací body vykazovaly nulovou odchylku. Tato metoda je vhodná pro lokální území, jelikož minimalizuje zakřivení vstupního povrchu procházejícího identickými body. Zároveň je však dobré se u této transformace podívat na odchylky stejných vlíčovacích bodů při použití transformací jiných. Například u afinní transformace se nám výsledná hodnota střední kvadratické chyby pohybovala do 5 metrů a u polynomicke transformace druhého stupně do 2,5 metru. Pro převzorkování byla jako v předchozích úpravách zvolena metoda nejbližšího souseda. Zároveň bylo nutné odstranit přebytečné části jednotlivých leteckých snímků tak, aby zachycené území na sebe pokud možno plynule navazovalo. Tento proces byl znovu proveden ArcMap nástrojem – *Clip* (pro rastrová data).

Všechny georeferencované rastrové snímky byly ukládány do mozaikových datasetů, které byly vytvořeny v předem připravené geodatabázi (*New – Mosaic Dataset*). Tyto datasety nám umožní nahrávat do dalších programů všechny rastrové mapové listy najednou.

4.4. Vektorizace nad rastrovými podklady

Jelikož jedním z cílů této práce bylo získat přehled o vývoji krajinného pokryvu (land coveru) na území dopadových ploch bývalého VÚ Brdy, bylo nutné nad tímto prostorem vytvořit nové vektorové vrstvy a získat tak pojem o rozloze jednotlivých krajinných pokryvů. Postupně byly vektorizovány rastry reprezentující jednotlivý typ dat a určité časové období. Tedy nejprve mapy stabilního katastru, katastru nemovitostí 2002 a poté ortofota z roku 1952, archivní letecké snímky z roku 1978 a současné ortofoto. Mapy katastru z roku 1950 vektorizovány nebyly, jelikož z informací nacházejících se v mapovém listu

v prostorech dopadových ploch nebylo zřetelné, jaké druhy krajinného pokryvu se v území nachází. Navíc pro dané období existovala již zmíněná ortofota z roku 1952, a proto tato skutečnost příliš nevadila.

Celkem bylo na území dopadových ploch vektorizováno pět tříd krajinného pokryvu: lesní plochy, křoviny a nízko vzrostlé stromy, travnatý porost, cesty (šterkové nebo asfaltové), budovy. Pro klasifikaci byla použita zavedená legenda stabilního katastru. Lesní plochy představují lesy jehličnaté a smíšené, pod křoviny a nízko vzrostlé stromy byla přiřazena kategorie křoviny, travnatý porost představuje suché a mokré louky, budovy představují budovy zděné i nezděné a pod cesty byla přiřazena kategorie silnice a cesty.

Samotná vektorizace probíhala v ArcMapu pomocí *Create Features (Editor – Create Features – Construction Tools)*, kde postupným vytvářením bodů (vertexů) nad rastrovými podklady vznikaly jednotlivé polygony. Velmi využívanou funkcí, která značně usnadňovala vytváření polygonů, se stal nástroj *Auto-Complete Polygon*. Za zmínku však také stojí funkce *Trace Tool*, která usnadňuje tvorbu sousedních polygonů k již vytvořeným polygonům. Tímto nástrojem lze obtáhnout vybraný polygon tím způsobem, že vytvoří vertexy ve stejných místech, jako je můžeme nalézt u sousedního polygonu. Posledním krokem vektorizace bylo provedení kontroly chyb topologie, které vznikly při vytváření polygonů.

Po vektorizaci byla v jednotlivých atributových tabulkách vytvořena sloupcová pole, kde bylo zaznamenáno, o jaký krajinný pokryv se jedná a na jaké dopadové ploše se nachází. Po dokončení těchto polygonů pro ně byla nástrojem *Calculate Geometry (Open Attribute Table – Calculate Geometry)* vypočtena rozloha v kilometrech čtverečních. Největší polygon se rozkládal na území o velikosti přibližně 4,7 km², nejmenší pak na území o velikosti 101 m² (kategorie budovy).

4.5. Grafická vizualizace dat

Při přípravě na vizualizaci a tvorbu grafických výstupů z programu ArcGIS Pro byla ještě potřeba provést úprava dat CLC. Získaná data z webu INSPIRE poskytovala pokrytí celého Česka a tak bylo nutné pomocí nástroje *Clip* (pro vektorová data) vyříznout u všech vektorových vrstev námi zkoumanou oblast celého území bývalého VÚ. Plocha tohoto prostoru byla pokryta celkem dvanácti kategoriemi CLC.

4.5.1. Vizualizace v ArcGIS Pro

Pro grafickou vizualizaci mapových výstupů a také následné velmi dobré propojení s programem ArcGIS Online byl využit nejnovější program od společnosti ESRI, ArcGIS Pro. Při vytváření mapového projektu v tomto programu byla zároveň s ním vytvořena souborová databáze (*New – New File Geodatabase*), kam byla postupně převedena pomocí Catalogu veškerá data z geodatabáze v programu ArcMap. V tomto projektu bylo následně vytvořeno šest nových mapových složek (*Insert – New Map*), kde byly jednotlivě vyobrazeny mapové výstupy získaných dat, které lze následně snadno nahrát do prostředí ArcGIS Online. Čtyři mapové složky obsahovaly pouze data vektorová, zbylé dvě složky byly kombinací vektorových dat s rastrovými.

V první mapové složce byly vyobrazeny fyzickogeografické podmínky zvolené oblasti. Jedná se o vrstvy vodních ploch, vodních toků, geologického členění hornin, geomorfologického členění, klimatických regionů a půdního pokryvu. Druhá mapová složka zobrazuje data CLC, a tedy vývoj land coveru mezi roky 1990 – 2012. Pro porovnání a větší přehlednost jednotlivých dat byly vytvořeny dvě vrstvy (*Contents – New Group Layer*). První vrstva představuje oblasti změn mezi jednotlivými roky, v druhé vrstvě pak můžeme vidět vývoj pokrytí land coveru na celém území vojenského újezdu (viz příloha 6). Třetí mapová složka sloužila jako možnost přímého porovnání vývoje krajinného pokryvu (od roku 1839 do roku 2018) mezi všemi vytvořenými vektorovými vrstvami. Ve čtvrté a páté složce byla vložena kromě vektorových dat i data rastrová, která jsme vytvořili při předchozí geometrické transformaci. Čtvrtá složka obsahuje ukázkou dat spojených pouze s katastrem, tedy vrstvy stabilního katastru, mapy kultur nebo katastru nemovitostí 1950 a 2002 (viz příloha 7), pátá mapová složka poté data spojená pouze s leteckými snímky nebo ortofoty (viz příloha 8). V poslední složce pak můžeme nalézt všechny použité vektorové vrstvy zkompletované do jednoho přehledu.

Pro všechny mapové složky a jednotlivé vrstvy v nich byla pomocí nástroje *Symbology* vytvořena odpovídající symbologie, a u vybraných vrstev nástrojem *Labeling* přiřazeny popisky. Jako podkladová mapa (*Basemap*) bylo zvoleno u všech složek ortofoto Česka.

4.5.2. Vizualizace v ArcGIS Online

Díky výhodnému propojení již zmíněných programů ArcGIS Pro a ArcGIS Online bylo relativně jednoduché provést upload jednotlivých vektorových mapových složek do webového prostředí. K tomuto účelu nám v programu ArcGIS Pro slouží funkce *Share As Web Layer* (*Share – Web Map - Share As Web Layer*). Prostřednictvím této funkce

byly definovány základní informace jako například krátký popis nebo název webové mapy, které budou následně taktéž nahrány do online prostředí. Dále bylo důležité nastavit, aby naše tvorba byla sdílena s ostatními a nezůstala skryta pouze pro naše soukromé účely. Po doplnění těchto základních údajů bylo třeba vrstvu zanalyzovat, zda je veškeré nastavení korektní, a po nevykázání žádné chyby jsme vrstvu mohli bez problémů sdílet pomocí příkazu *Share*.

V dalším kroku jsme přešli již přímo do programu ArcGIS Online, kde jsme po přihlášení naše sdílené vrstvy našli v záložce *Content (Content – All My Content)*. Zde se ke každé námi nahrané webové mapě vytvořily tři složky. Samotný výsledný produkt – webová mapa, metadata o vytvořené webové mapě a také *feature layer*², kde nalezneme všechny vrstvy, které jsme předtím do mapy nahráli (viz příloha 11). Tyto vrstvy můžou dále využít i jiní uživatelé a například si je uložit do vlastního zařízení nebo mohou vytvořit nové webové mapy přímo v prostředí ArcGIS Online. Samotnou webovou mapu jsme již dále neupravovali, ale v případě potřeby je jednou z možností opětovné otevření v ArcGIS Pro nebo lze samozřejmě též provést úpravy opět přímo zde, k čemuž slouží funkce *Open in Map Viewer* (viz příloha 10). V prostředí ArcGIS Online je u jednotlivých vrstev například možné nastavit viditelnost z určité vzdálenosti (*Set Visibility Range*), upravovat popisky (*Manage Labels*) nebo pomocí zdejších nástrojů provádět různé analýzy vrstev.

² Odkazy na jednotlivé složky feature layer:

1. <http://cuni.maps.arcgis.com/home/item.html?id=a76c36b30ef249ba8484e46137cdda76>
2. <http://cuni.maps.arcgis.com/home/item.html?id=4d8d0b3d7a82485382667e4117102d7f>
3. <http://cuni.maps.arcgis.com/home/item.html?id=2854ae0e061e4fbd9b3cbd988ded1029>
4. <http://cuni.maps.arcgis.com/home/item.html?id=597fe3e847dc44bdaa55d074c180045f>

5 Výsledky práce

Metody, které jsme detailně popsali v předchozí části práce, nám přinesly relativně ucelená data, která jsme mohli dále využít a interpretovat tak naše výsledky.

5.1. Porovnání vývoje krajinného pokryvu

K porovnání vývoje land coveru na cílovém území CHKO Brdy nám posoužily především vektorové vrstvy dat, ze kterých byly odečteny jednotlivé změny v průběhu let. Tyto změny jsme interpretovali pomocí tabulek a grafů s rozlohou jednotlivých krajinných pokryvů a také pomocí grafických vizualizací (viz příloha 12 až 21). Při zkoumání změn v oblasti bývalých dopadových ploch jsme vycházeli z rozlohy, kterou dosahovaly po úpravách po druhé světové válce a de facto svou rozlohu nezměnily až do svého zániku. Největší plochu zaujímala dopadová plocha Tok, nejmenší pak dopadová plocha Brda (viz tab. 2)

Tab. 2: Rozloha bývalých dopadových ploch VÚ Brdy

<i>dopadové plochy</i>	<i>rozloha (km²)</i>
Brda	3,987
Jordán	4,074
Tok	4,774

Zdroj: vlastní tvorba

5.1.1. Vytvořená data o krajinném pokryvu

Z výsledných dat pro nejstarší zkoumané období můžeme vyčíst, že se skutečně jednalo o velmi nedotknutou oblast, avšak přírodně velmi cennou. Pokud zanedbáme osamělé budovy a louky, které se dříve nacházely v blízkém okolí či přímo na území dopadových ploch, celý prostor všech tří ploch pokrývaly lesní plochy (viz tab. 3 a příloha 21). I díky doplňkovým datům z map kultur můžeme říci, že se jedná o trend vyskytující se v celé oblasti Brdské vrchoviny. Pro detailnější informace o druhu lesního porostu, případně o rozlišení více druhů krajinného pokryvu v daném území však existuje pramálo zdrojů. Z legendy císařských otisků map stabilního katastru vyplývá, že část travnatého porostu nacházejícího se u již zmíněných budov spadala do kategorie mokřých luk. Tato skutečnost je zapříčiněna pravděpodobně fyzickogeografickými podmínkami, které zdejší oblast značně ovlivňují. Zejména pak vyšší srážkové úhrny a nižší výpar. Můžeme polemizovat, zda tyto podmínky nemají vliv i na okolní krajinu a v lesních porostech se v dřívějších dobách taktéž

nenacházela zamokřená území či dokonce bažiny. Řídké osídlení této oblasti by napovídalo právě výskytu tohoto nehostinného území.

Tab. 3: Množství a typy land coveru na území dopadových ploch v roce 1839

<i>dopadové plochy</i>	<i>rozloha (km²)</i>	<i>rozloha (%)</i>
Brda	3,9875	100,00
lesní plochy	3,9875	100,00
Jordán	4,0744	100,00
lesní plochy	4,0549	99,52
travnatý porost	0,0146	0,36
cesty (asfalt, štěrk)	0,0049	0,11
budovy	0,0002	0,01
Tok	4,7745	100,00
lesní plochy	4,7577	99,65
travnatý porost	0,0085	0,18
cesty (asfalt, štěrk)	0,0083	0,16
budovy	0,0001	0,01

Zdroj: vlastní tvorba

V druhém zkoumaném období, kterým byla doba po druhé světové válce, již můžeme pozorovat výraznou proměnu rozložení krajinného pokryvu. Tato výrazná změna je samozřejmě způsobena vlivem člověka, respektive armády, která toto území získala nejprve pro vznik dopadových ploch, později rozšířené na vojenský újezd. Období první poloviny dvacátého století výrazně pozměnilo procentuální zalesnění oblasti zkoumaného území (viz tab. 4 a příloha 21).

Tab. 4: Množství a typy land coveru na území dopadových ploch v roce 1952

<i>dopadové plochy</i>	<i>rozloha (km²)</i>	<i>rozloha (%)</i>
Brda	3,987	100,00
lesní plochy	0,553	13,87
travnatý porost	3,286	82,42
křoviny a nízko vzrostlé stromy	0,102	2,56
cesty (asfalt, štěrk)	0,046	1,15
Jordán	4,075	100,00
lesní plochy	1,849	45,37
travnatý porost	2,175	53,39
křoviny a nízko vzrostlé stromy	0,014	0,35
cesty (asfalt, štěrk)	0,036	0,89
Tok	4,774	100,00
lesní plochy	1,171	24,52
travnatý porost	3,455	72,36
křoviny a nízko vzrostlé stromy	0,124	2,60
cesty (asfalt, štěrk)	0,025	0,52

Zdroj: vlastní tvorba

Nejvíce odlesněn byl prostor plochy Brda, který oproti roku 1839 přišel o téměř 3,5 km² lesních ploch. Místo těchto lesních ploch byl v té době nejvíce rozšířen typ land coveru travnatý porost, který zaujímal na celém území ploch něco přes 9 km². Díky armádě tak částečně prořídla oblast smrkových monokultur a vzniklo přírodovědně relativně hodnotné bezlesí.

V dalších letech pokračoval vliv činnosti armády, která v oblasti velmi aktivně zkoušela svou techniku a munici. Oproti padesátým letům již však nepokračovalo úmyslné odlesňování, a naopak plocha pokrytí lesem se opět rozrůstala. Dalším důkazem o zmenšeném úmyslném zásahu do krajiny je rozrůstání se pokryvu křovin a nízko vzrostlých stromů. Tento typ pokryvu dosáhl v tomto období prostorově největšího rozmachu (viz tab. 5 a příloha 21). Armáda ovšem svým nevybíravým zacházením stále měla významný vliv na zdejší prostředí. Výbuchy munice a s ní spojená disturbance půdy a vegetace měly například za následek vznik nestálých tůní.

Tab. 5: Množství a typy land coveru na území dopadových ploch v roce 1978

<i>dopadové plochy</i>	<i>rozloha (km²)</i>	<i>rozloha (%)</i>
Brda	3,987	100,00
lesní plochy	1,186	29,73
travnatý porost	2,473	62,01
křoviny a nízko vzrostlé stromy	0,269	6,74
cesty (asfalt, štěrk)	0,060	1,52
Jordán	4,074	100,00
lesní plochy	2,349	57,65
travnatý porost	1,274	31,26
křoviny a nízko vzrostlé stromy	0,418	10,26
cesty (asfalt, štěrk)	0,034	0,83
Tok	4,774	100,00
lesní plochy	2,152	45,07
travnatý porost	2,049	42,91
křoviny a nízko vzrostlé stromy	0,562	11,78
cesty (asfalt, štěrk)	0,012	0,24

Zdroj: vlastní tvorba

Na počátku dvacátého století stále pokračoval na většině území trend navracení se lesních ploch na úkor travních porostů. Kromě ovlivnění prostoru armádou, naopak oblasti pomáhalo její cílené uzavření před ostatními vlivy lidské společnosti. I díky tomu mohla nejen v oblasti dopadových ploch vzniknout například rozsáhlá vřesoviště.

Tab. 6: Množství a typy land coveru na území dopadových ploch v roce 2002

dopadové plochy	rozloha (km ²)	rozloha (%)
Brda	3,987	100,00
lesní plochy	1,784	44,74
travnatý porost	1,853	46,48
křoviny a nízko vzrostlé stromy	0,304	7,63
cesty (asfalt, štěrk)	0,046	1,15
Jordán	4,074	100,00
lesní plochy	2,749	67,48
travnatý porost	1,042	25,58
křoviny a nízko vzrostlé stromy	0,245	6,02
cesty (asfalt, štěrk)	0,037	0,92
Tok	4,774	100,00
lesní plochy	2,082	43,61
travnatý porost	2,479	51,92
křoviny a nízko vzrostlé stromy	0,212	4,43
cesty (asfalt, štěrk)	0,002	0,04

Zdroj: vlastní tvorba

Zajímavé srovnání můžeme vidět díky poslednímu vzorku dat, který náleží období, kdy se již nejednalo o VÚ, ale o CHKO Brdy. Výjimku tvoří plocha Brda, kterou si pod svou správou nechala armáda. Můžeme říci, že již zde lze pozorovat rozdíl mezi územím, které si ponechala armáda a územím spadající pouze do CHKO. Odchod armády nejvíce ovlivnil území Jordán, kde se oproti předchozímu období navýšila rozloha lesních plochy asi o 17 % (viz tab. 7 a příloha 21).

Tab. 7: Množství a typy land coveru na území dopadových ploch v roce 2018

dopadové plochy	rozloha (km ²)	rozloha (%)
Brda	3,987	100,00
lesní plochy	2,250	56,42
travnatý porost	1,488	37,33
křoviny a nízko vzrostlé stromy	0,212	5,30
cesty (asfalt, štěrk)	0,038	0,95
Jordán	4,074	100,00
lesní plochy	3,439	84,40
travnatý porost	0,280	6,87
křoviny a nízko vzrostlé stromy	0,336	8,24
cesty (asfalt, štěrk)	0,020	0,49
Tok	4,774	100,00
lesní plochy	2,751	57,62
travnatý porost	1,810	37,92
křoviny a nízko vzrostlé stromy	0,213	4,46

Zdroj: vlastní tvorba

5.1.2. Data CORINE Land cover

Jak již bylo zmíněno dříve, v prostoru bývalého vojenského újezdu se nachází celkem dvanáct kategorií CLC. Přesněji se jedná o: nesouvislou městskou zástavbu, průmyslové a obchodní areály, nezavlažovanou ornou půdu, louky a pastviny, zemědělské oblasti s přirozenou vegetací, listnaté lesy, jehličnaté lesy, smíšené lesy, přírodní louky, nízký porost v lese, mokřiny a močály, vodní plochy.

I přesto, že data CLC zatím nepokrývají tak rozsáhlé období vývoje, lze jejich prostředím velmi dobře sledovat vývoj land coveru po roce 1990. Na území celé oblasti bývalého VÚ Brdy je nejvýraznějším trendem zalesňování zejména smrkovými monokulturami. Od roku 1990 do roku 2012 se plochy lesů rozrostly o téměř 10 km², největší podíl na tomto nárůstu mají právě jehličnaté lesy (viz příloha 22). Jehličnaté lesy si samozřejmě stále udržují své výsostné postavení a rozprostírají se na ploše o velikosti více jak 205 km², což je přibližně 80 % rozlohy území tohoto VÚ. Mezi další větší změny pak patří kolísání rozlohy kategorie nízký porost v lese, které pravděpodobně souvisí s rozrůstáním a naopak kácením lesních ploch. Velký nárůst ($\pm 5,5$ km²) této kategorie můžeme sledovat mezi lety 1990 až 2000. V tomto období docházelo i k přibližně stejnému úbytku ploch jehličnatých lesů, které se po vykácení měnily právě na nízký lesní porost (viz příloha 23).

5.2. Webové mapy CHKO Brdy v prostředí ArcGIS Online

Dalším výstupem této práce se stal geoinformační systém (mapová služba) v prostředí webového programu ArcGIS Online³. V tomto systému můžeme nalézt vrstvy spojené se zkoumaným prostorem. Celkem se zde nachází dvacet vektorových vrstev a jedna vrstva WMS – Ortofota jako podkladová mapa (viz příloha 24). Při nahrávání byla pro lepší přehlednost data rozdělena do tří podskupin, avšak prostředí ArcGIS Online toto rozdělení nepodporuje, a proto jsou jednotlivé vrstvy seřazeny na stejné úrovni. I z tohoto důvodu byla pro každou tuto skupinu nadále vytvořena i samotná webová mapa pro případné další samostatné využití.

První skupinu tvoří fyzickogeografická data⁴, která přináší ucelený přehled o základních přírodních podmínkách v dané oblasti. Jak již bylo řečeno dříve, jedná se o vrstvy vodních ploch, vodních toků, geologického členění hornin, geomorfologického

³ ArcGIS Online - <http://cuni.maps.arcgis.com/home/item.html?id=1170157cc66142bdbb8cb96351c1bbb1>

⁴ ArcGIS Online - <http://cuni.maps.arcgis.com/home/item.html?id=7fb0c3fb4b5f4158adcfb6cc94628276>

členění, klimatických regionů a půdního pokryvu celého území vojenského újezdu. V druhé skupině můžeme nalézt námi vektorizované vrstvy⁵ pro jednotlivá data a roky (1839, 1952, 1978, 2002, 2018) s rozdělením do pěti typů krajinného pokryvu (budovy, cesty (asfalt, šterk), křoviny a nízko vzrostlé stromy, lesní plochy, travnatý porost). V poslední skupině jsou nahrány vrstvy CLC⁶, které znázorňují vývoj krajinného pokryvu v oblasti bývalého VÚ Brdy mezi lety 1990–2012. Součástí této skupiny je i vrstva změn mezi jednotlivými zkoumanými roky (1990–2000, 2000–2006, 2006–2012).

⁵ ArcGIS Online - <http://cuni.maps.arcgis.com/home/item.html?id=61fc1e43cfd24445b63304b8aea07979>

⁶ ArcGIS Online - <http://cuni.maps.arcgis.com/home/item.html?id=093c5c753bd1420199b0ba72e9e955d9>

6 Diskuze a závěr

Primárním cílem této bakalářská práce byla tvorba webových map, které by přinesly ucelený přehled o vývoji a charakteristice krajiny na území bývalého vojenského újezdu Brdy (dnešní CHKO) a na dopadových plochách Brda, Jordán a Tok. Skrze odkazy uvedené v práci můžeme nahlédnout do prostředí programu ArcGIS Online, kde nalezneme jednotlivé vektorové vrstvy a vytvořené mapy, které popisují vývoj a charakteristiku daného území.

Přestože tento cíl práce byl naplněn v rozsahu, ve kterém byl zadán, je zde celá řada možností, jak toto téma dále rozvíjet a výsledky práce zdokonalovat. Například při georeferencování rastrových podkladů a při následné vektorizaci území dopadových ploch byla snaha využít co nejpřesnější metody. Ovšem tyto metody nešly použít vždy a lze to považovat za určitou chybu. U archivních leteckých snímků z roku 1978, kde se nepodařilo dohledat kalibrační protokoly, a nebylo tak možné provést přesnou prostorovou lokalizaci včetně eliminace zkreslení vlivem výškového členění terénu, bylo místo ortorektifikace provedeno pouze georeferencování skrze námi určené vlíčovací body.

Při porovnávání krajiny a krajinného pokryvu pomocí dostupných dat jsme mohli na zvoleném území pozorovat předpokládané výrazné krajinné změny. Tyto změny bychom mohli rozdělit do dvou fází. První fází bylo odlesňování zvolené oblasti, které bylo zapříčiněno vznikem dopadových ploch, potažmo vojenského újezdu a následnou činností armády. Tato fáze měla svůj vrchol po druhé světové válce. Po tomto období přišla na řadu naopak fáze zalesňování, kdy dříve vykácené oblasti začínaly postupně zarůstat a vznikaly nové plochy lesů. Můžeme říci, že i díky vzniku CHKO bude velmi zajímavé, jaký průběh vývoje land coveru bude následovat. Oblast samotných dopadových ploch spadá z velké části do oblasti I. či II. zóny ochrany CHKO a i z tohoto důvodu by měly být oblasti stále bez většího vlivu lidské společnosti.

O datech, která byla použita pro znázornění vývoje krajinného pokryvu, můžeme říci, že jsou vhodně zvolená. Pokud bychom však chtěli výsledek zpřesnit, mohli bychom uvažovat například o využití starší leteckých snímků z dob před druhou světovou válkou, popřípadě využít menší rozestupy mezi jednotlivými roky. V nejbližších měsících by například měla být zveřejněna vrstva CLC pro rok 2018 a tak bude možné sledovat další nejaktuálnější změny po opuštění oblasti armádou. Lze například předpokládat pokračování rozdílného trendu vývoje dopadových ploch Jordán a Tok s dopadovou plochou Brda, kterou

si ponechala armáda k dalšímu využívání. Můžeme říci, že i díky armádě a VÚ si zdejší krajina dokázala na mnoha místech zachovat svoji původní krásu a divokost a zdejší pokryv byl díky této činnosti převážně přínosně ovlivněn.

Jako další cíl pak byl určen průzkum funkcionality programu ArcGIS Pro a jeho možností propojení s programem ArcGIS Online, kde můžeme nalézt výsledné mapové výstupy. Oba tyto programy byly v rámci tvorby bakalářské práce velmi využívány a lze říci, že splnily očekávání a činnost v nich probíhala bez větších problémů.

Dle mého názoru mezi výhody programu ArcGIS Pro patří přívětivější uživatelské rozhraní, které je oproti staršímu programu ArcMap více intuitivní. Další nespornou výhodou, kterou zmiňují i samotní tvůrci, je rychlost práce s větším objemem dat, kdy se např. větší mozaikové datasety načítaly velmi rychle a bez větší prodlevy. Předností, která sice v práci využita nebyla, ale pro ostatní uživatele tohoto programu bude jistě hrát velkou roli, je možnost kteroukoli 2D mapu převést do 3D scény. Samotné 3D mapy totiž tvoří budoucnost a s největší pravděpodobností budou tvořit i nadále. V neposlední řadě je pak důležité zmínit velmi kvalitní možnosti sdílení výstupů (webová mapa, webový vrstvy, mobilní mapa) a jejich propojení s již zmíněným programem ArcGIS Online. Toto propojení skrze jednoduchý postup funguje zvlášť dobře pro vektorové vrstvy a rastry malé velikosti. Problém vzniká u rastrových dat větší velikosti, kdy se z vlastní zkušenosti jedná spíše o chybu programu ArcGIS Online, který není schopný pojmout a následně správně vyobrazit tato data. Pokud pomineme tuto záležitost, jako jedinou nevýhodu bych zařadil větší odlišnost v rozmístění jednotlivých funkcí a nástrojů oproti staršímu programu ArcMap, kdy pokud byl člověk zvyklý pracovat v tomto starším programu, chvíli trvá, než si přivykne na nové rozložení jednotlivých funkcí. Ovšem tuto nevýhodu musíme označit za názor subjektivní a samotný program má oproti starší verzi velkou řadu vylepšení.

Závěrem můžeme říci, že naše cíle byly splněny v daném rozsahu. Samotné webové mapy mohou sloužit jako informační servis o dané oblasti pro veřejnost i odborníky nebo mohou být využity pro další výzkum v této oblasti. Program ArcGIS Pro lze považovat za výrazné oživení na poli desktopových GIS. I díky velmi dobrým možnostem propojení s webovým programem ArcGIS Online a zejména díky jeho hlavní přednosti v převádění 2D map do 3D scén.

Použitá literatura a zdroje informací

AOPK (2015): Chráněné krajinné oblasti České republiky. [online]. Dostupné z URL: <http://www.ochranaprirody.cz/res/archive/300/036902.pdf?seek=1465902980> (cit. 25. 6. 2018).

AOPK (2018): Správa CHKO Brdy. [online]. Dostupné z URL: <http://brdy.ochranaprirody.cz/> (cit. 2. 7. 2018).

AOPK (2018): Zvláště chráněná území. [online]. Dostupné z URL: <http://drusop.nature.cz/ost/chrobjekty/zchru/index.php?frame&KATEGORIE=CHKO> (cit. 7. 7. 2018).

ARCDATA PRAHA (2018): ArcGIS – Desktopový a Webový GIS. [online]. Dostupné z URL: <https://www.arcdata.cz/produkty/arcgis> (cit. 14. 7. 2018).

ARONOF, S. (1989): Geographic information systems: A management perspective. WDL Publications, Ottawa.

BALATKA, B., KALVODA, J. (2006): Geomorfologické členění reliéfu Čech. Kartografie Praha, Praha.

BIČÍK, I., JELEČEK, L. (1995): Metodika hodnocení změn půdního fondu ČR v posledních 150 letech. Sborník ze semináře VÚZE, MZ ČR, Praha.

BIČÍK, I., KUPKOVÁ, L. (2006): Vývoj využití ploch v Pražském městském regionu. In OUŘEDNÍČEK, M. (2006): Sociální geografie Pražského městského regionu. [online]. Dostupné z URL: <https://web.natur.cuni.cz/~slamak/gacr/kniha/kniha.htm> (cit. 2. 7. 2018).

BÜTTNER, G., KOSZTRA, B. (2017): CLC2018 Technical Guidelines. European environment agency, Wien.

CENIA (2017): Vývoj krajinného pokryvu dle CORINE land cover na území ČR v letech 1990 – 2012. AGAMA, Praha. [online]. Dostupné z URL: http://www1.cenia.cz/www/sites/default/files/Vyvoj_krajinného_pokryvu_CORINE_Land_Cover_CR_1990-2012.pdf (cit. 11. 7. 2018).

CENIA (2018): CORINE Land cover. [online]. Dostupné z URL:
<http://www1.cenia.cz/www/> (cit. 26. 6. 2018).

COWEN, D. J. (1988): GIS versus CAD versus DBMS: what are the differences?
Photogrammetric engineering and remote sensing. 4, 28–35.

ČADA, V. (2005): Geodetické základy státních mapových děl 1. poloviny 19. století a lokalizace do S-JTSK. Kartografická společnost Slovenské republiky, Bratislava. [online]. Dostupné z URL: <http://projekty.geolab.cz/gacr/a/files/cada.pdf> (cit. 9. 7. 2018).

ČÁKA, J. (1998): Střední Brdy – krajina neznámá. Finidr, Praha.

ČESKO. Zákon č. 114/1992 SB., o ochraně přírody a krajiny. In: Sbírka zákonů České republiky. [online]. Dostupné z URL: <https://www.mzp.cz/> (cit. 1. 7. 2018)

ČÚZK (2010): Císařské povinné otisky stabilního katastru 1 : 2880 – Čechy. [online]. Dostupné z URL:
[http://geoportal.cuzk.cz/\(S\(y3qsf4wduybomz3fh5wtvxqn\)\)/Default.aspx?mode=TextMeta&metadataID=CZ-CUZK-COC-R&metadataXSL=full&side=dSady_archiv](http://geoportal.cuzk.cz/(S(y3qsf4wduybomz3fh5wtvxqn))/Default.aspx?mode=TextMeta&metadataID=CZ-CUZK-COC-R&metadataXSL=full&side=dSady_archiv) (cit. 8. 7. 2018).

ČÚZK (2010): E-shop. [online]. Dostupné z URL:
[http://geoportal.cuzk.cz/\(S\(myrgcoqbmsvr0mqcxw5vcgeo\)\)/Default.aspx?mode=eShop&menu=13](http://geoportal.cuzk.cz/(S(myrgcoqbmsvr0mqcxw5vcgeo))/Default.aspx?mode=eShop&menu=13) (cit. 1. 7. 2018).

ČÚZK (2010): WMS – Ortofoto. [online]. Dostupné z URL:
[http://geoportal.cuzk.cz/\(S\(qouhcfuwmui4dnsb2out1ykx\)\)/Default.aspx?mode=TextMeta&side=wms.verejne&metadataID=CZ-CUZK-WMS-ORTOFOTO-P&metadataXSL=metadata.sluzba&head_tab=sekce-03-gp&menu=3121](http://geoportal.cuzk.cz/(S(qouhcfuwmui4dnsb2out1ykx))/Default.aspx?mode=TextMeta&side=wms.verejne&metadataID=CZ-CUZK-WMS-ORTOFOTO-P&metadataXSL=metadata.sluzba&head_tab=sekce-03-gp&menu=3121) (cit. 14. 7. 2018).

ČÚZK (2014): Geoportál. [online]. Dostupné z URL: <http://geoportal.cuzk.cz> (cit. 29. 6. 2018).

ČÚZK (2017): WMS – Ortofoto. [online]. Dostupné z URL:
[http://geoportal.cuzk.cz/\(S\(y3ik1zxp1luxerxkfmtnmxzq\)\)/default.aspx?mode=TextMeta&text=ortofoto_info&side=ortofoto&menu=23](http://geoportal.cuzk.cz/(S(y3ik1zxp1luxerxkfmtnmxzq))/default.aspx?mode=TextMeta&text=ortofoto_info&side=ortofoto&menu=23) (cit. 14. 7. 2018).

ČÚŽK (2018): Stručná historie pozemkových evidencí. [online]. Dostupné z URL: <https://www.cuzk.cz/Katastr-nemovitosti/O-katastru-nemovitosti/Historie-pozemkovych-evidenci.aspx> (cit. 8. 7. 2018).

ESRI (2017): ArcGIS Pro: Next generation desktop – Australia Esri User Conference presentations. [online]. Dostupné z URL: <https://www.youtube.com/watch?v=AU7Uqo6cfrs> (cit. 14. 7. 2018).

ESRI (2018) About Esri. [online]. Dostupné z URL: <https://www.esri.com/en-us/home> (cit. 4. 7. 2018).

ESRI (2018): ArcGIS Desktop – ArcGIS Pro. [online]. Dostupné z URL: <http://pro.arcgis.com/en/pro-app/get-started/overview-of-arcgis-pro.htm> (cit. 14. 7. 2018).

ESRI (2018): ArcGIS Online. [online]. Dostupné z URL: <http://doc.arcgis.com/en/arcgis-online/reference/what-is-agol.htm> (cit. 14. 7. 2018).

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (1995): CORINE Land cover methodology and nomenclature. [online]. Dostupné z URL: <https://www.eea.europa.eu/publications/COR0-landcover> (cit. 10. 7. 2018).

FAJT, J. (2007): Geometrické transformace v GIS. [online]. Dostupné z URL: <http://old.gis.zcu.cz/studium/ugi/referaty/05/GeometrickeTransformace/index.html> (cit. 12. 7. 2018).

FAO (2000): Land cover classification system (LCCS): Classification concepts and user manual. [online]. Dostupné z URL: <http://www.fao.org/docrep/003/x0596e/x0596e00.htm> (cit. 28. 6. 2018).

GISAT (2018): Geometrická transformace. [online]. Dostupné z URL: <http://www.gisat.cz/content/cz/sluzby/zpracovani-dat/geometricka-transformace> (cit. 11. 7. 2018).

GOJDA, M. (2000): Archeologie krajiny: vývoj archetypů kulturní krajiny. Academia, Praha.

GUTH, J., KUČERA, T. (1997): Monitorování změn krajinného pokryvu s využitím DPZ a GIS. Příroda, 10, 107–124.

- HAJŠMAN, J. (2012): Tajemství brdských vrcholů I. Starý most, Plzeň.
- HAJŠMAN, J. (2015): Brdy opět otevřené. Starý most, Plzeň.
- KABÁTNÍKOVÁ, M. (2016): Proč se Brdy jmenují Brdy. In: 100 zajímavostí ze starých Brd. Starý most, Plzeň, 5.
- KOLÁŘ, J. (2003): Geografické informační systémy 10. ČVUT, Praha.
- KOLÁŘ, J. (2008): Digitální zpracování obrazových dat. Czech Space Office, Praha.
- KOLÁŘ, J., HALOUNOVÁ, L., PAVELKA, K. (1997): Dálkový průzkum Země 10. ČVUT, Praha.
- KOSTKOVÁ, P., ŘÍMALOVÁ, J. (2018): Císařské povinné otisky stabilního katastru Čech. [online]. Dostupné z URL: https://archivnimapy.cuzk.cz/info/text_sk.html (cit. 10. 7. 2018).
- KROUPOVÁ, L., FILIPEC, J. (2005): Slovník spisovné češtiny pro školu a veřejnost: s Dodatkem Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy České republiky. Academia, Praha.
- MACHALOVÁ, J. (2007): Prostorově orientované systémy pro podporu manažerského rozhodování. C. H. Beck, Praha.
- MAKAJ, T. (2016): Marný boj o Brdy. In: 100 zajímavostí ze starých Brd. Starý most, Plzeň, 125 – 128.
- MARTÍNEK, K. (2018) GIS a DPZ v geologii - Analýza snímků/obrazu. [online]. Dostupné z URL: <https://web.natur.cuni.cz/ugp/main/staff/martinek/DPZdata/3-DPZ-ImageAnal.pdf> (cit. 5. 7. 2018).
- MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ (2000): Evropská úmluva o krajině. [online]. Dostupné z URL: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/evropska_umluva_o_krajine_smlouva/\\$FILE/OZV_cesky_text_EoUK_20170220.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/evropska_umluva_o_krajine_smlouva/$FILE/OZV_cesky_text_EoUK_20170220.pdf) (cit. 14. 7. 2018).
- PARKER, J. (1989): Innovations in GIS. CRC, London.

PAVELKA, K. (1998): Fotogrammetrie 10. ČVUT, Praha.

PAVELKA, K. (1999): Zpracování obrazových záznamů DPZ. ČVUT, Praha.

PAVELKA, K. (2003): Fotogrammetrie 20. ČVUT, Praha.

PAVELKOVÁ CHMELOVÁ, R., NETOPIL, P. (2007): Historické letecké snímky v geografickém výzkumu – problémy při jejich zpracování a možná řešení. *Miscellanea Geographica*, 13, 129–136. [online]. Dostupné z URL: https://dspace5.zcu.cz/bitstream/11025/5953/1/129-136_Chmelova%2BNetopil.pdf (cit. 5. 7. 2018).

POMYKACZOVÁ, A. (2007): Analýza Klaudyánovy mapy v prostředí GIS. Bakalářská práce. Stavební fakulta ČVUT, Praha. [online]. Dostupné z URL: <http://projekty.geolab.cz/gacr/b/files/pomykaczova.pdf> (cit. 8. 7. 2018).

RAPANT, P. (2002): Úvod do geografických informačních systémů. VŠB – TU Ostrava, Ostrava. [online]. Dostupné z URL: http://katedry.fmfi.vsb.cz/616/soubory/Rapant_GIS.pdf (cit. 5. 7. 2018).

SKLENIČKA, P. (2003): Základy krajinného plánování. Naděžda Skleníčková, Praha.

SOURIAU, É. (1994): Encyklopedie estetiky. Victoria Publishing, Praha.

STRUHA, P. (2018): Historie archivu leteckých snímků. [online]. Dostupné z URL: http://www.muhb.cz/assets/File.ashx?id_org=3782&id_dokumenty=820503 (cit. 1. 7. 2018).

ŠTYCH, P. a kol. (2008): Vybrané funkce geoinformačních systémů. Česká kosmická kancelář, Praha.

TOMÁŠEK, P. (2004): Atlas Svazku obcí údolí Desné. Diplomová práce. Přírodovědecká fakulta UK, Praha.

TURNER, B. L., SKOLE, D. L., SANDERSON, S., FISCHER, G., FRESCO, L. O., LEEMANS, R. (1995): Land-use and land-cover change. Science/Research Plan. Stockholm and Geneva.

UNDATA (2015): Czechia – General Information. [online]. Dostupné z URL: <http://data.un.org/en/iso/cz.html> (cit. 6. 7. 2018).

VINK, A. P. A. (1983): Landscape ecology and land use. Longman. London.

VÚGTK (2011): Geografické informační systémy. [online]. Dostupné z URL: <http://spszem.cz/storage/files/1332/ArcGIS1.pdf> (cit. 12. 7. 2018).

VÚGTK (2018): Terminologický slovník zeměměřictví a katastru nemovitostí. [online]. Dostupné z URL: <http://www.vugtk.cz/slovník/> (cit. 1. 7. 2018).

WIKIPEDIA (2018): Dudley Stamp. [online]. Dostupné z URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Dudley_Stamp (cit. 12. 6. 2018).

ŽIGRAI, F. (1983): Krajina a jej využívanie. UJEP, Brno.

Seznam příloh

- Příloha 1: Obsah přiložených CD
- Příloha 2: CHKO Brdy v roce 2016
- Příloha 3: Georeferencování rastrového snímku katastru nemovitostí z roku 2002
- Příloha 4: Georeferencování rastrového snímku map kultur z let 1837 až 1844
- Příloha 5: Přehled vlíčovacích bodů při georeferencování leteckých snímků z roku 1978
- Příloha 6: Ukázka mapové složky vrstvy CORINE Land cover v programu ArcGIS Pro
- Příloha 7: Ukázka mapové složky vrstvy katastrálních map v programu ArcGIS Pro
- Příloha 8: Ukázka mapové složky vrstvy ortofot v programu ArcGIS Pro
- Příloha 9: Ukázka webové mapy v prostředí programu ArcGIS Online
- Příloha 10: Ukázka prostředí v programu ArcGIS Pro
- Příloha 11: Ukázka záložky Content v programu ArcGIS Pro s jednotlivými složkami
- Příloha 12: Zobrazení vývoje land coveru (letecké snímky, ortofota) na území dopadové plochy Brda
- Příloha 13: Zobrazení vývoje land coveru (letecké snímky, ortofota) na území dopadové plochy Jordán
- Příloha 14: Zobrazení vývoje land coveru (letecké snímky, ortofota) na území dopadové plochy Tok
- Příloha 15: Zobrazení vývoje land coveru (stabilní katastr, katastr nemovitostí) na území dopadové plochy Brda
- Příloha 16: Zobrazení vývoje land coveru (stabilní katastr, katastr nemovitostí) na území dopadové plochy Jordán
- Příloha 17: Zobrazení vývoje land coveru (stabilní katastr, katastr nemovitostí) na území dopadové plochy Tok
- Příloha 18: Graf vývoje land coveru na dopadové ploše Brda v letech 183–2018
- Příloha 19: Graf vývoje land coveru na dopadové ploše Jordán v letech 1839–2018
- Příloha 20: Graf vývoje land coveru na území dopadové plochy Tok v letech 1839–2018
- Příloha 21: Zobrazení vývoje land coveru na území dopadových ploch bývalého VÚ Brdy od roku 1839 do roku 2018
- Příloha 22: Množství a typy CLC na území dopadových ploch v letech 1990 až 2012
- Příloha 23: Zobrazení vývoje land coveru (data CLC) v území bývalého VÚ Brdy
- Příloha 24: Souhrn vrstev a legend GIS v prostředí ArcGIS Online

Příloha 1: Obsah přiložených CD

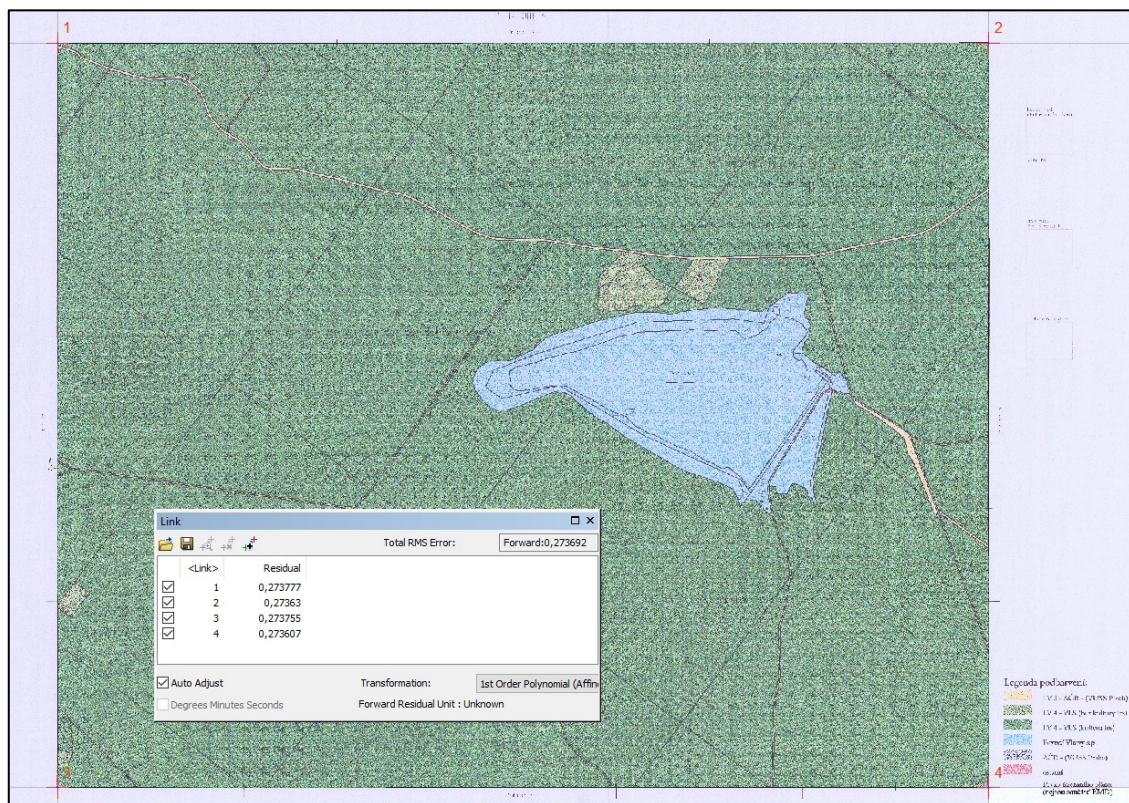
1. složka bakalářské práce ve formátu PDF (obsahuje vlastní text práce)
2. složka projektu v programu ArcGIS Pro (obsahuje graficky upravené vrstvy dat)
3. databáze dat do programu ArcGIS Pro (obsahuje všechny použité datové vrstvy)

Příloha 2: CHKO Brdy v roce 2016



Zdroj: Správa CHKO Brdy – AOPK

Příloha 3: Georeferencování rastrového snímku katastru nemovitostí z roku 2002



Zdroj: AOPK; vlastní tvorba

Příloha 4: Georeferencování rastrového snímku map kultur z let 1837 až 1844



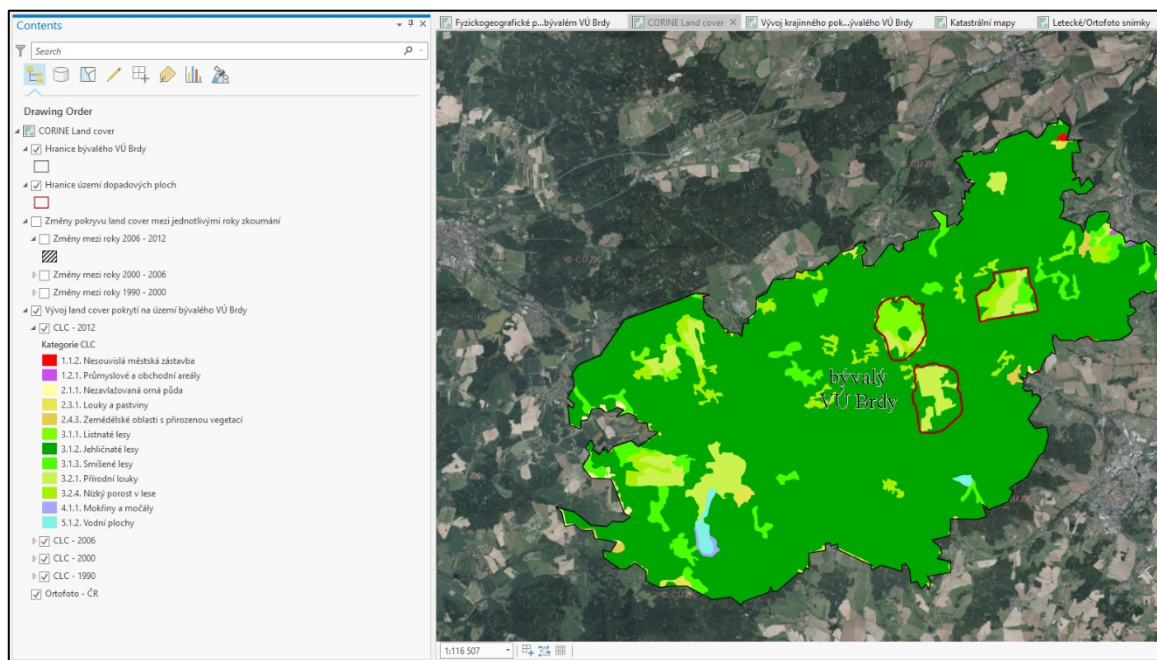
Zdroj: ČÚZK; vlastní tvorba

Príloha 5: Priebeh vličovacích bodů při georeferencování leteckých snímků z roku 1978



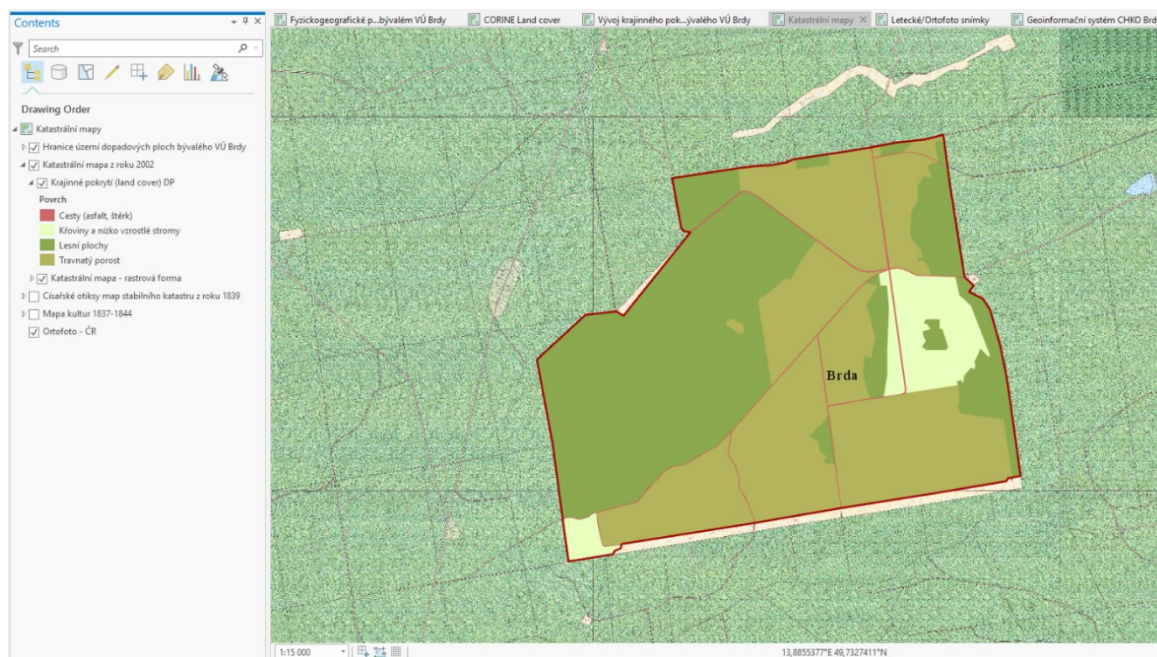
Zdroj: AOPK; vlastní tvorba

Príloha 6: Ukázka mapové složky vrstvy CORINE Land cover v programu ArcGIS Pro



Zdroj: ČÚZK; INSPIRE; vlastní tvorba

Příloha 7: Ukázka mapové složky vrstvy katastrálních map v programu ArcGIS Pro



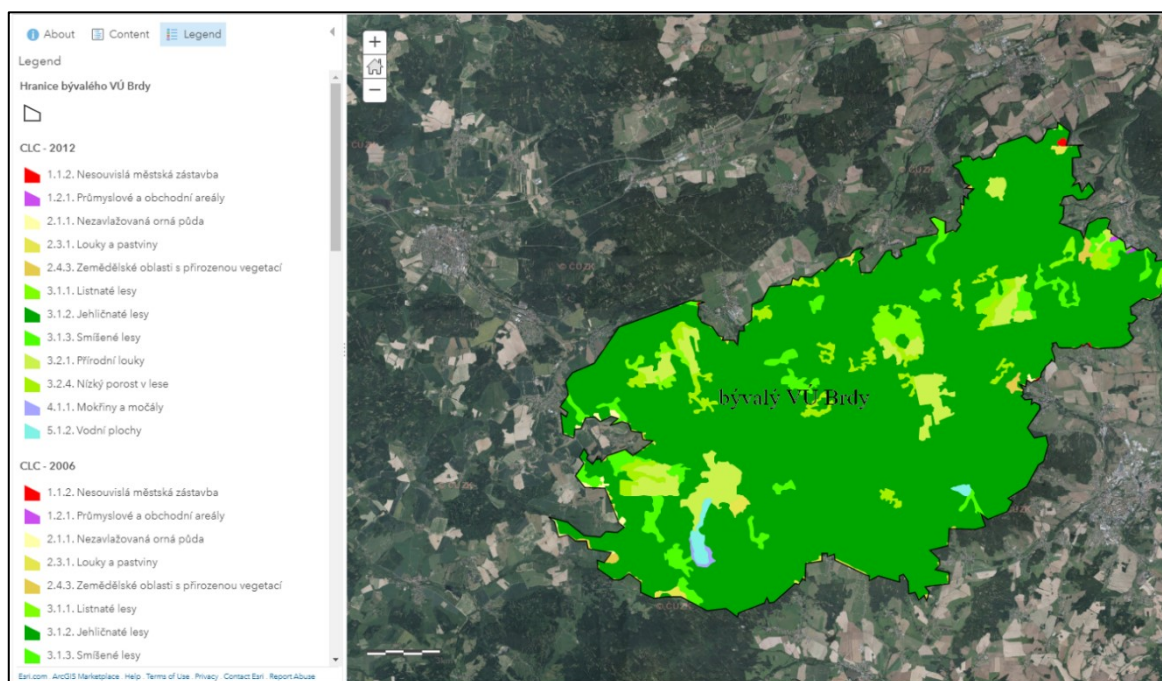
Zdroj: AOPK; vlastní tvorba

Příloha 8: Ukázka mapové složky vrstvy ortofot v programu ArcGIS Pro



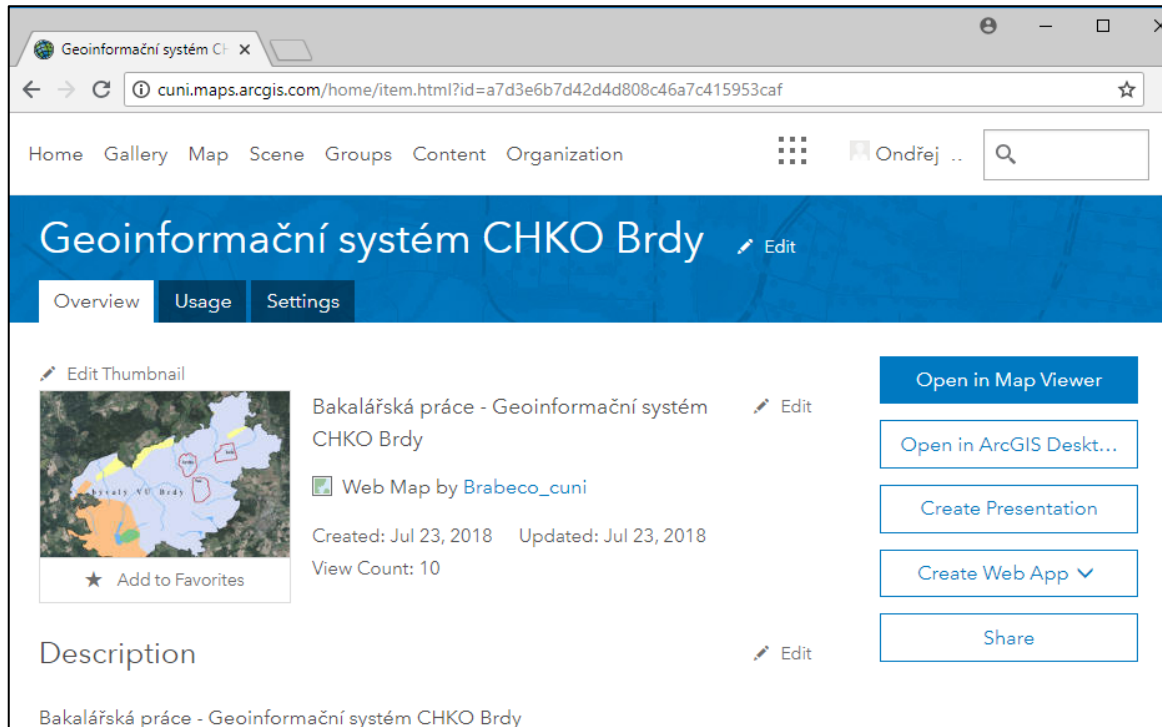
Zdroj: CENIA; vlastní tvorba

Příloha 9: Ukázka webové mapy v prostředí programu ArcGIS Online



Zdroj: ArcGIS Online; ČÚZK; INSPIRE; vlastní tvorba

























Příloha 10: Ukázka prostředí v programu ArcGIS Pro



Zdroje: ArcGIS Online

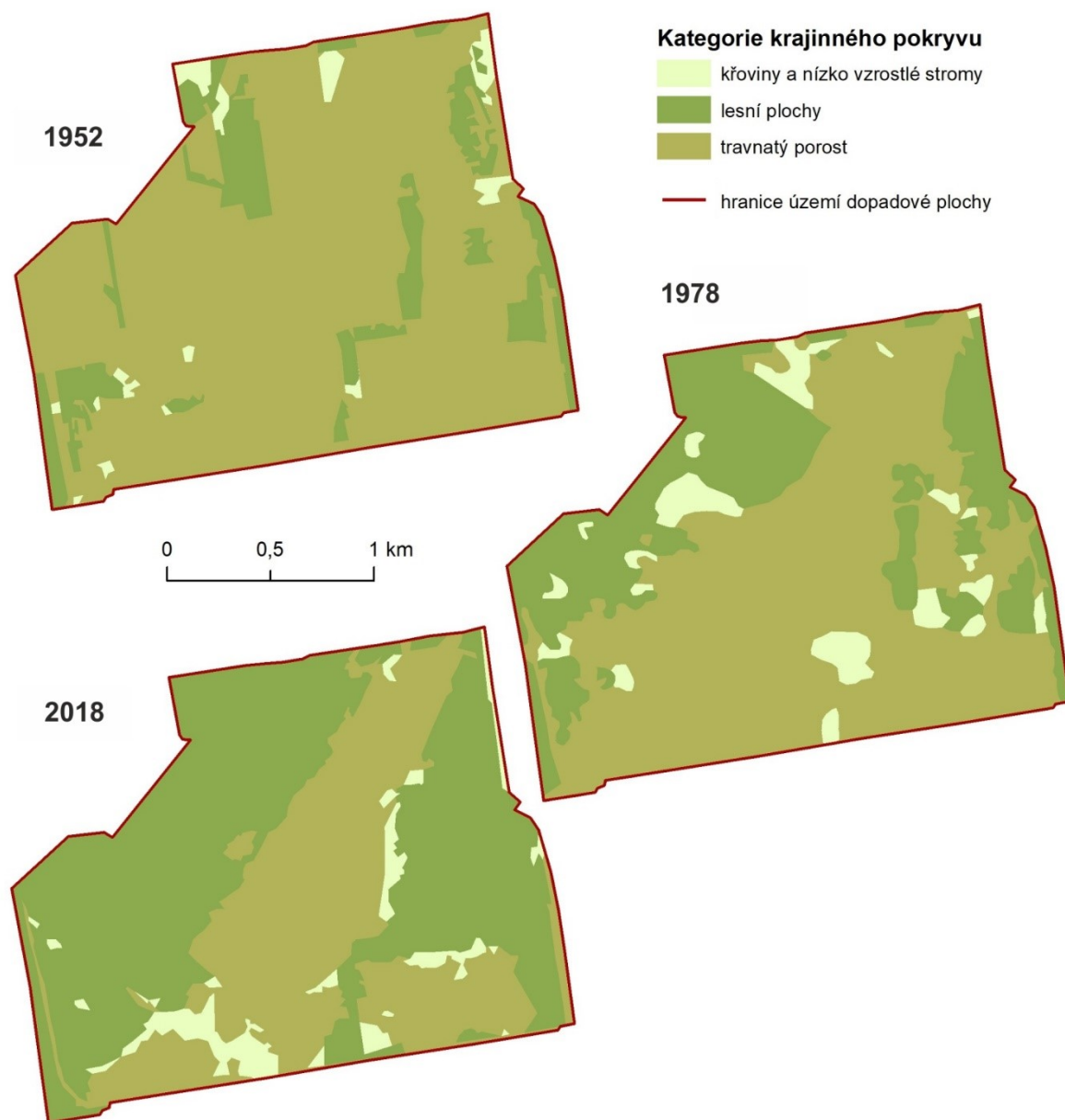
Příloha 11: Ukázka záložky Content v programu ArcGIS Pro s jednotlivými složkami

1 - 12 of 12 in Bakalářská práce - Geoinformační systém CHKO Brdy - BRABEC Ondřej Sort by: Date Modified ▾ ↓

<input type="checkbox"/>	Title		Modified	▾
<input type="checkbox"/>	 Geoinformační systém CHKO Brdy	Web Map	 ★ ...	Jul 29, 2018
<input type="checkbox"/>	 Vývoj krajinného pokryvu (land coveru) na území dopadových ploch bývalého VÚ Brdy	Web Map	 ★ ...	Jul 29, 2018
<input type="checkbox"/>	 CORINE Land cover	Web Map	 ★ ...	Jul 29, 2018
<input type="checkbox"/>	 Fyzikogeografické podmínky v bývalém VÚ Brdy	Web Map	 ★ ...	Jul 29, 2018
<input type="checkbox"/>	 Geoinformační systém CHKO Brdy	Feature Layer (hosted)	 ★ ...	Jul 29, 2018
<input type="checkbox"/>	 Vývoj krajinného pokryvu (land coveru) na území dopadových ploch bývalého VÚ Brdy	Feature Layer (hosted)	 ★ ...	Jul 29, 2018
<input type="checkbox"/>	 CORINE Land cover	Feature Layer (hosted)	 ★ ...	Jul 29, 2018
<input type="checkbox"/>	 Fyzikogeografické podmínky v bývalém VÚ Brdy	Feature Layer (hosted)	 ★ ...	Jul 29, 2018
<input type="checkbox"/>	 Geoinformační systém CHKO Brdy	Service Definition	 ★ ...	Jul 29, 2018
<input type="checkbox"/>	 Vývoj krajinného pokryvu (land coveru) na území dopadových ploch bývalého VÚ Brdy	Service Definition	 ★ ...	Jul 29, 2018
<input type="checkbox"/>	 CORINE Land cover	Service Definition	 ★ ...	Jul 29, 2018
<input type="checkbox"/>	 Fyzikogeografické podmínky v bývalém VÚ Brdy	Service Definition	 ★ ...	Jul 29, 2018

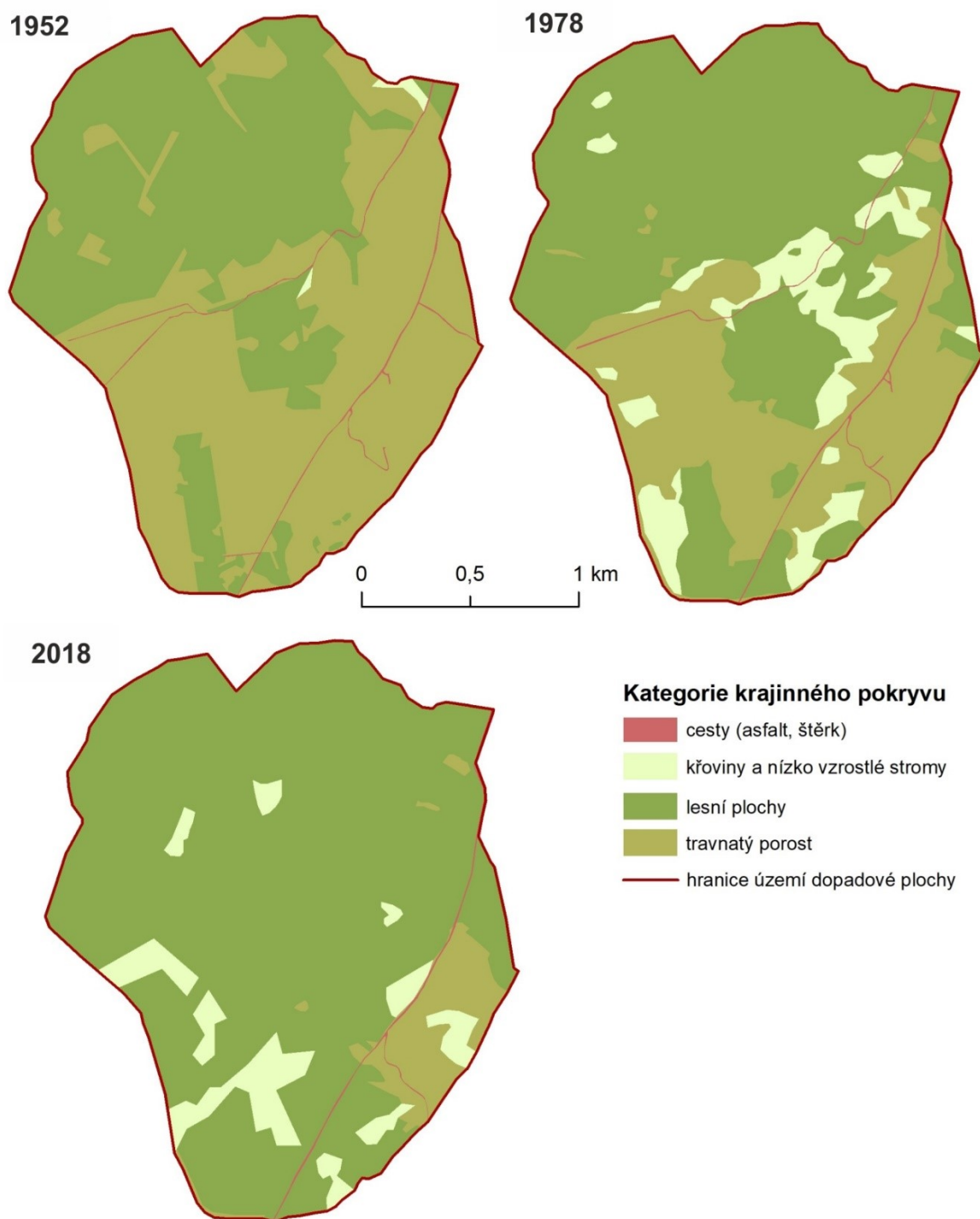
Zdroje: ArcGIS Online

Příloha 12: Zobrazení vývoje land coveru (letecké snímky, ortofota) na území dopadové plochy Brda



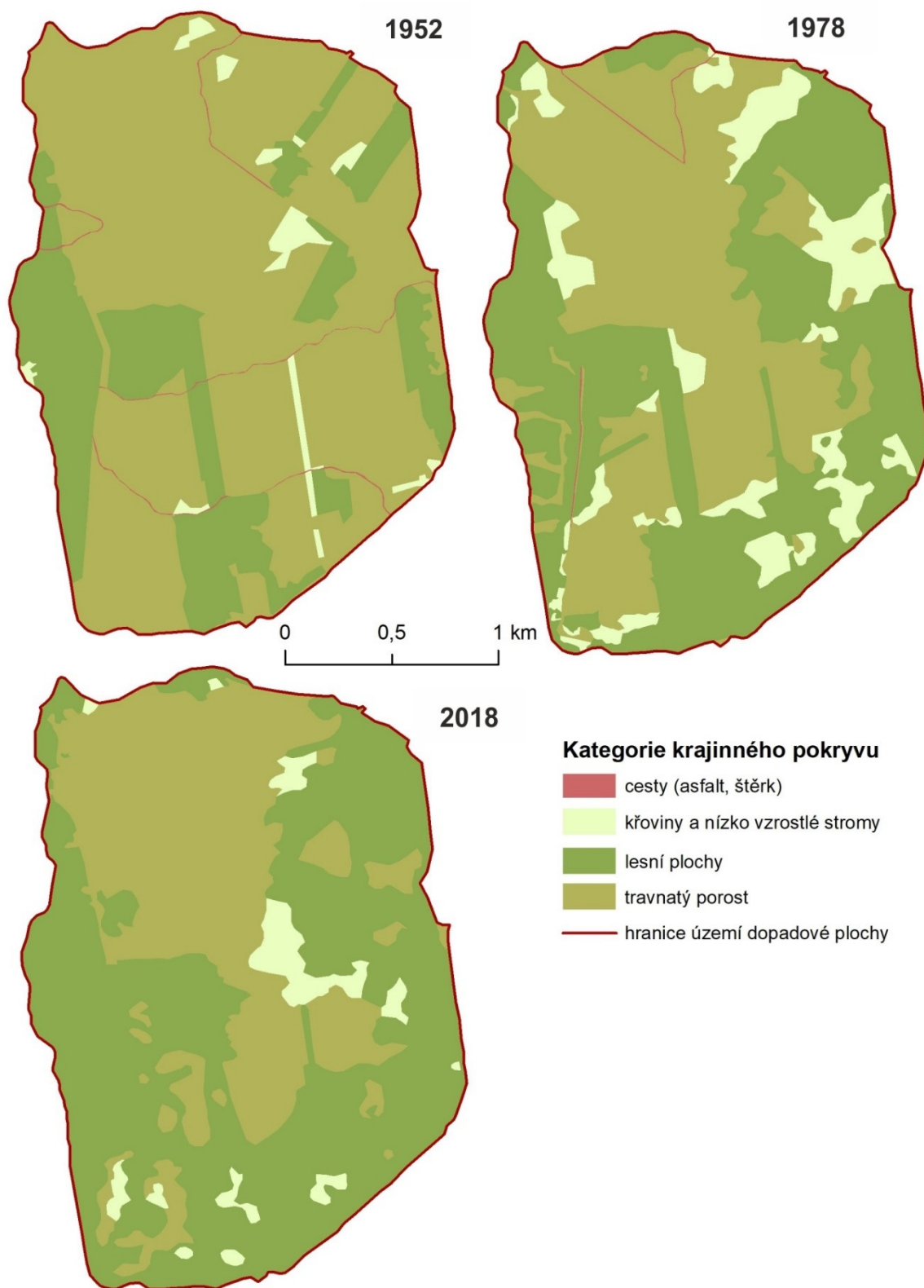
Zdroj: AOPK; CENIA; ČUZK; vlastní tvorba

Příloha 13: Zobrazení vývoje land coveru (letecké snímky, ortofota) na území dopadové plochy Jordán



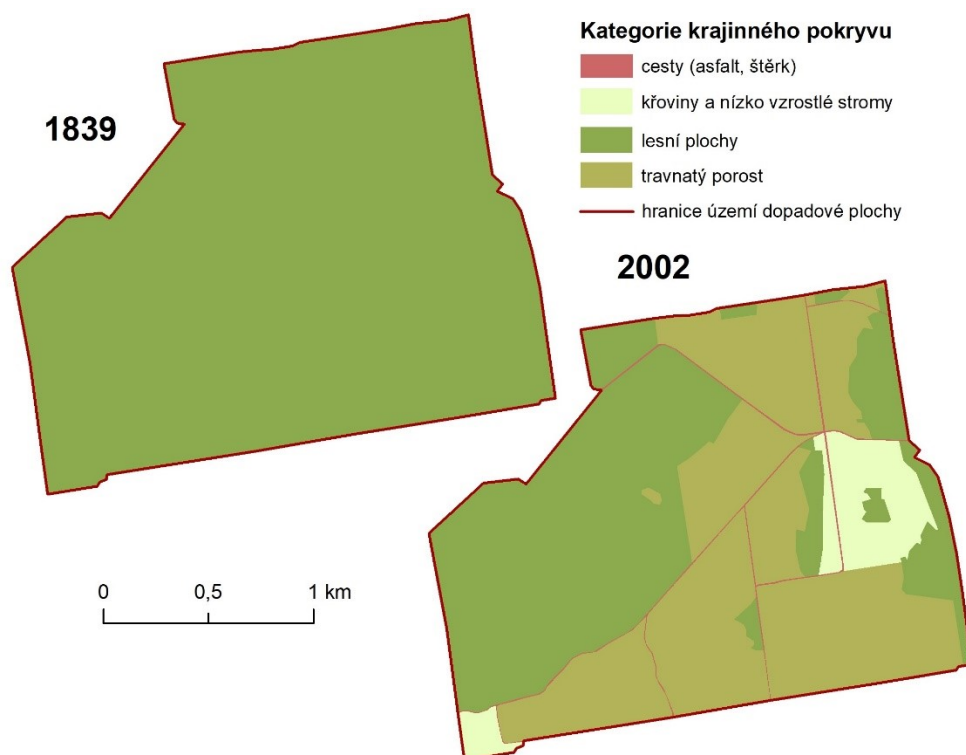
Zdroj: AOPK; CENIA; ČUZK; vlastní tvorba

Příloha 14: Zobrazení vývoje land coveru (letecké snímky, ortofota) na území dopadové plochy Tok



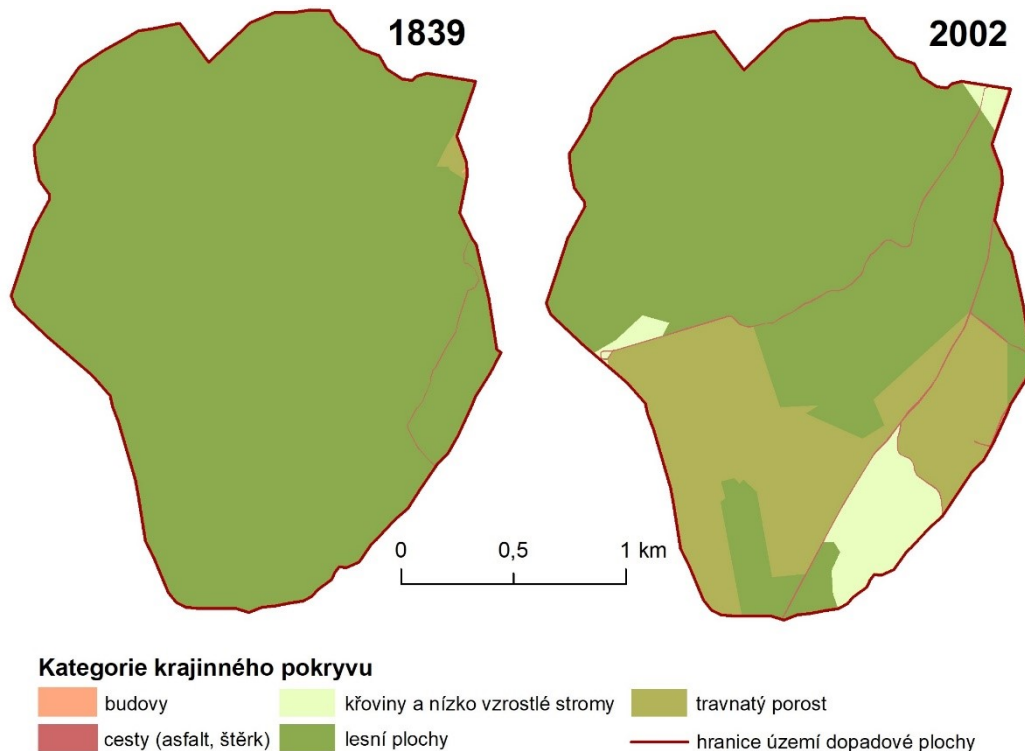
Zdroj: AOPK; CENIA; ČUZK; vlastní tvorba

Příloha 15: Zobrazení vývoje land coveru (stabilní katastr, katastr nemovitostí) na území dopadové plochy Brda



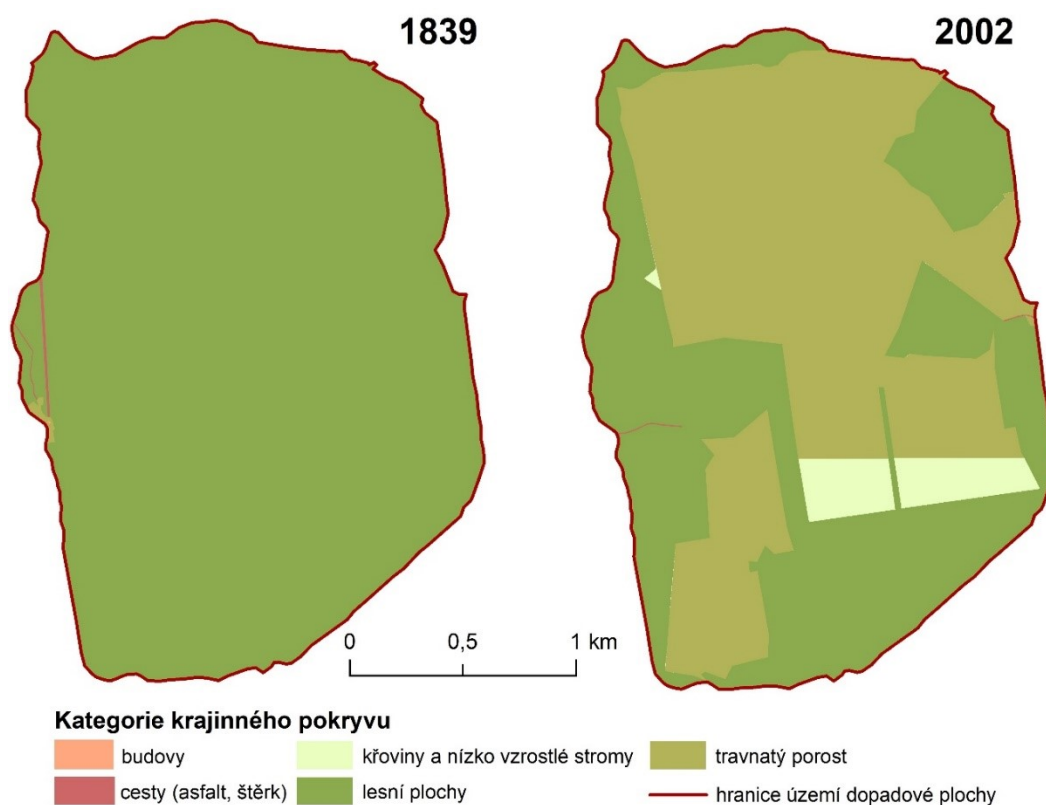
Zdroj: AOPK; ČUZK; vlastní tvorba

Příloha 16: Zobrazení vývoje land coveru (stabilní katastr, katastr nemovitostí) na území dopadové plochy Jordán



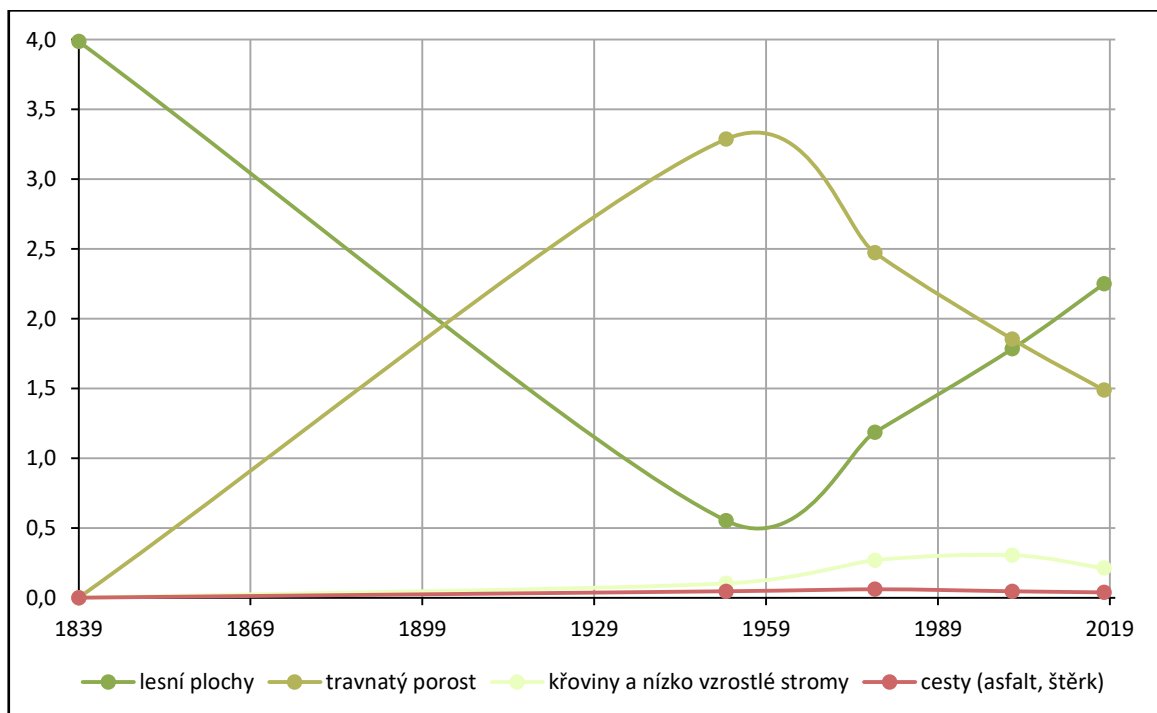
Zdroj: AOPK; ČUZK; vlastní tvorba

Příloha 17: Zobrazení vývoje land coveru (stabilní katastr, katastr nemovitostí) na území dopadové plochy Tok



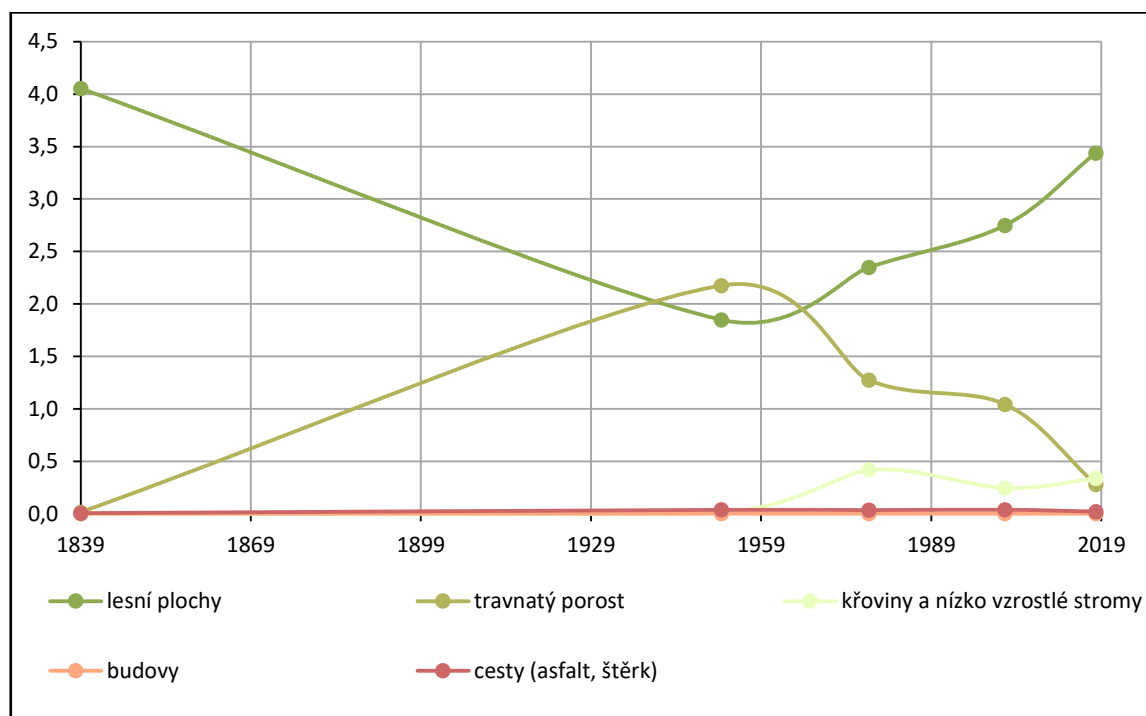
Zdroj: AOPK; ČUZK; vlastní tvorba

Příloha 18: Graf vývoje land coveru na dopadové ploše Brda v letech 183–2018



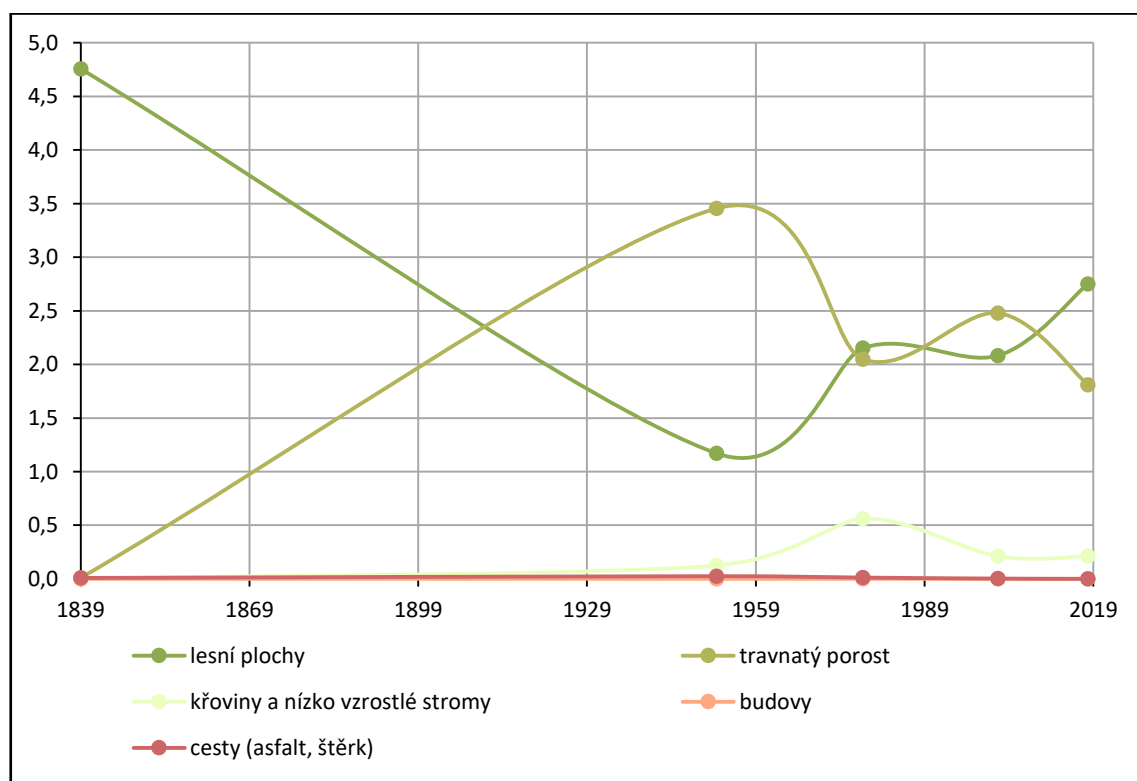
Zdroj: vlastní tvorba

Příloha 19: Graf vývoje land coveru na dopadové ploše Jordán v letech 1839–2018



Zdroj: vlastní tvorba

Příloha 20: Graf vývoje land coveru na území dopadové plochy Tok v letech 1839–2018

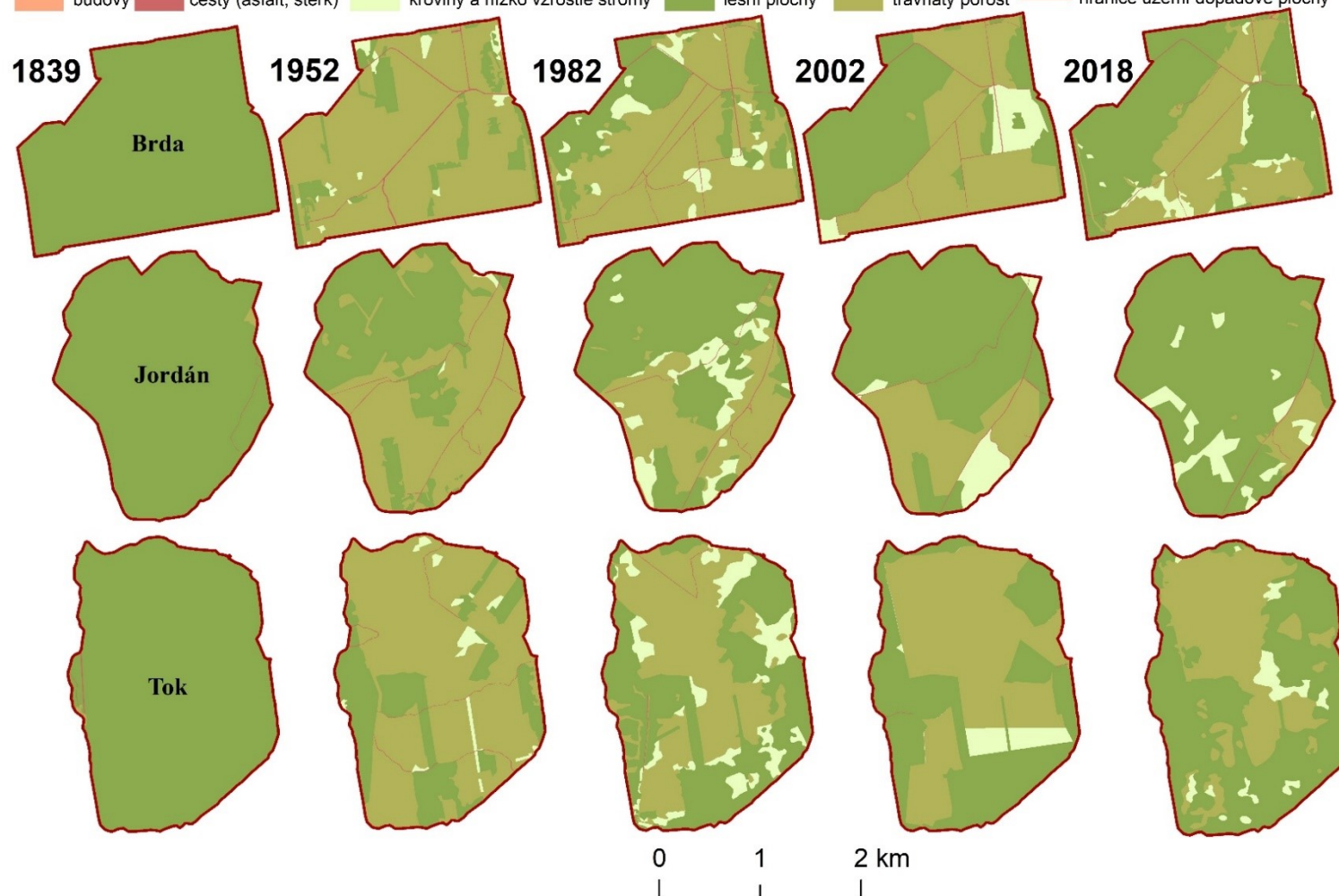


Zdroj: vlastní tvorba

Příloha 21: Zobrazení vývoje land coveru na území dopadových ploch bývalého VÚ Brdy od roku 1839 do roku 2018

Kategorie krajinného pokryvu

budovy
 cesty (asfalt, štěrk)
 křoviny a nízko vzrostlé stromy
 lesní plochy
 travnatý porost
 hranice území dopadové plochy



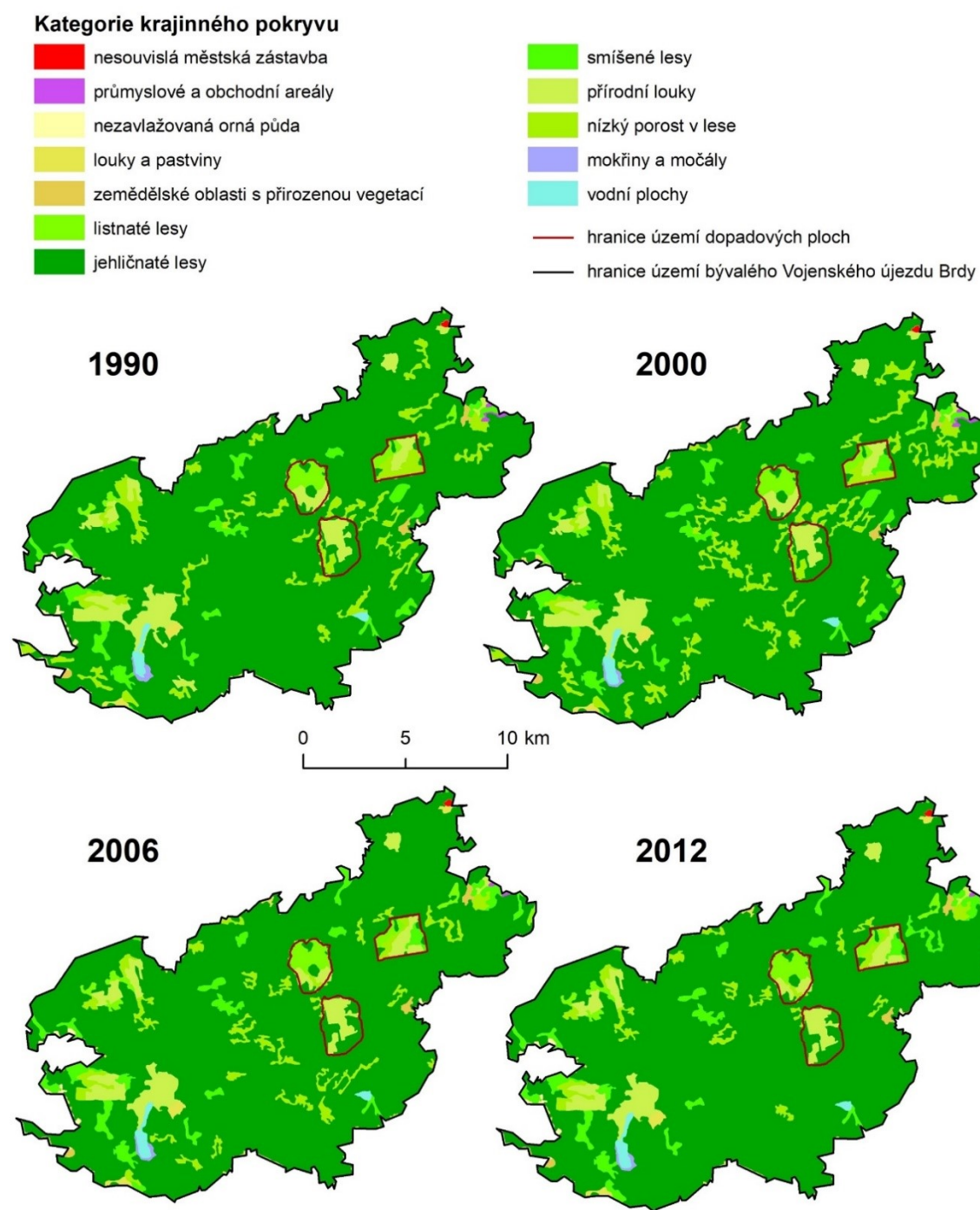
Zdroj: AOPK; CENIA; ČUZK; vlastní tvorba

Príloha 22: Množství a typy CLC na území dopadových ploch v letech 1990 až 2012

CORINE Land cover (1990)			CORINE Land cover (2000)		
kategorie CLC	rozloha (km ²)	rozloha (%)	dopadové plochy	rozloha (km ²)	rozloha (%)
nesouvislá městská zástavba	0,183	0,07	nesouvislá městská zástavba	0,183	0,07
průmyslové a obchodní areály	0,294	0,11	průmyslové a obchodní areály	0,294	0,11
nezavlažovaná orná půda	1,262	0,49	nezavlažovaná orná půda	0,932	0,36
louky a pastviny	1,570	0,60	louky a pastviny	1,900	0,73
zemědělské oblasti s přiroz. vegetací	0,907	0,35	zemědělské oblasti s přiroz. vegetací	0,907	0,35
listnaté lesy	4,002	1,54	listnaté lesy	4,002	1,54
jehličnaté lesy	211,447	81,40	jehličnaté lesy	205,562	79,13
smíšené lesy	8,355	3,22	smíšené lesy	9,096	3,50
přírodní louky	13,397	5,16	přírodní louky	13,009	5,01
nízký porost v lese	16,755	6,45	nízký porost v lese	22,288	8,58
mokřiny a močály	0,439	0,17	mokřiny a močály	0,312	0,12
vodní plochy	1,164	0,45	vodní plochy	1,291	0,50
CORINE Land cover (2006)			CORINE Land cover (2012)		
dopadové plochy	rozloha (km ²)	rozloha (%)	dopadové plochy	rozloha (km ²)	rozloha (%)
nesouvislá městská zástavba	0,184	0,07	nesouvislá městská zástavba	0,192	0,07
průmyslové a obchodní areály	0,123	0,05	průmyslové a obchodní areály	0,123	0,05
nezavlažovaná orná půda	0,893	0,34	nezavlažovaná orná půda	0,885	0,34
louky a pastviny	1,884	0,73	louky a pastviny	1,884	0,73
zemědělské oblasti s přiroz. vegetací	1,075	0,41	zemědělské oblasti s přiroz. vegetací	1,075	0,41
listnaté lesy	4,645	1,79	listnaté lesy	4,645	1,79
jehličnaté lesy	215,206	82,84	jehličnaté lesy	219,095	84,34
smíšené lesy	9,329	3,59	smíšené lesy	10,438	4,02
přírodní louky	12,541	4,83	přírodní louky	12,541	4,83
nízký porost v lese	12,292	4,73	nízký porost v lese	7,295	2,81
mokřiny a močály	0,312	0,12	mokřiny a močály	0,312	0,12
vodní plochy	1,291	0,50	vodní plochy	1,291	0,50
rozloha VÚ Brdy = 259,774799 km ²					

Zdroj: vlastní tvorba

Příloha 23: Zobrazení vývoje land coveru (data CLC) v území bývalého VÚ Brdy



Zdroj: INSPIRE; vlastní tvorba

Příloha 24: Souhrn vrstev a legend GIS v prostředí ArcGIS Online

<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Fyzickogeografická data <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Vodní plochy <input checked="" type="checkbox"/> Vodní toky <input checked="" type="checkbox"/> Geologické členění hornin <ul style="list-style-type: none"> Horniny <ul style="list-style-type: none"> granodiority až diority paleozoické horniny zvrásněné, nemetamorfované proterozoické horniny assyntsky zvrásněné, s různě silným variským přepracováním vulkanické horniny z části metamorfované, proterozoické až paleozoické <input checked="" type="checkbox"/> Geomorfologické členění <ul style="list-style-type: none"> Geomorfologický okrsek <ul style="list-style-type: none"> Bukovohorská vrchovina Komárovská brázda Strašická vrchovina Třebská pahorkatina Třemošenská vrchovina <input checked="" type="checkbox"/> Klimatické regiony <ul style="list-style-type: none"> Klimatické regiony <ul style="list-style-type: none"> CH 7 MT 3 MT 5 MT 7 T 2 <input checked="" type="checkbox"/> Půdní pokryv <ul style="list-style-type: none"> Půdní typ <ul style="list-style-type: none"> Kambisol Pseudogleje a kambizemě stagnické <input checked="" type="checkbox"/> Vývoj krajinného pokryvu <input checked="" type="checkbox"/> Krajinné pokrytí (land cover) - ortofoto ČR 2018 <ul style="list-style-type: none"> Povrch <ul style="list-style-type: none"> Cesty (asfalt, štěrky) Křoviny a nízko vzrostlé stromy Lesní plochy Travnatý porost <input checked="" type="checkbox"/> Krajinné pokrytí (land cover) - letecké snímky 1978 <input checked="" type="checkbox"/> Krajinné pokrytí (land cover) - ortofoto snímky 1952 <input checked="" type="checkbox"/> Krajinné pokrytí (land cover) - katastr nemovitostí 2002 	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Krajinné pokrytí (land cover) - stabilní katastr 1839 <ul style="list-style-type: none"> Povrch <ul style="list-style-type: none"> Budovy Cesty (asfalt, štěrky) Lesní plochy Travnatý porost <input checked="" type="checkbox"/> CORINE Land cover <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Změny CLC na území bývalého VÚ Brdy mezi roky 2006 - 2012 <input checked="" type="checkbox"/> Změny CLC na území bývalého VÚ Brdy mezi roky 2000 - 2006 <input checked="" type="checkbox"/> Změny CLC na území bývalého VÚ Brdy mezi roky 1990 - 2000 <input checked="" type="checkbox"/> CLC pokrytí na území bývalého VÚ Brdy - 2012 <ul style="list-style-type: none"> Kategorie <ul style="list-style-type: none"> 1.1.2. Nesouvislá městská zástavba 1.2.1. Průmyslové a obchodní areály 2.1.1. Nezavlažovaná orná půda 2.3.1. Louky a pastviny 2.4.3. Zemědělské oblasti s přirozenou vegetací 3.1.1. Listnaté lesy 3.1.2. Jehličnaté lesy 3.1.3. Smíšené lesy 3.2.1. Přírodní louky 3.2.4. Nízký porost v lese 4.1.1. Mokřiny a močály 5.1.2. Vodní plochy <input checked="" type="checkbox"/> CLC pokrytí na území bývalého VÚ Brdy - 2006 <input checked="" type="checkbox"/> CLC pokrytí na území bývalého VÚ Brdy - 2000 <input checked="" type="checkbox"/> CLC pokrytí na území bývalého VÚ Brdy - 1990 <input checked="" type="checkbox"/> Ortofoto - ČR <input checked="" type="checkbox"/> Hranice území bývalého VÚ Brdy <input checked="" type="checkbox"/> Hranice území dopadových ploch
--	---

Zdroj: vlastní tvorba